

THESIS

WÜRZBURG

1967

Aus der Neurologischen Universitätsklinik Würzburg

(Direktor Prof. Dr. G. Schaltenbrand)

und aus der Medizinischen Universitätspoliklinik

(Direktor Prof. Dr. H. Franke)

ELEKTROMYOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN
GEZIELTER BEWEGUNGEN BEI PSYCHISCHER BELASTUNG

INAUGURAL - DISSERTATION

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
MEDICAL CENTER
STANFORD, CALIF. 94305

vorgelegt von

Hermann LHandwerker
aus Würzburg

Würzburg 1967



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153518_0215

Aus der Neurologischen Universitätsklinik Würzburg

(Direktor Prof. Dr. G. Schaltenbrand)

und aus der Medizinischen Universitätspoliklinik

(Direktor Prof. Dr. H. Franke)

ELEKTROMYOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN
GEZIELTER BEWEGUNGEN BEI PSYCHISCHER BELASTUNG

INAUGURAL - DISSERTATION

80 5 01

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Hermann Handwerker

aus Würzburg

Würzburg 1967

Referenten : Professor Dr. med. P. Polzien
 Privatdozent Dr. med. H. C. Hopf

Korreferent : Professor Dr. med. H. Franke

Tag der Promotion :

7. NOV. 1968

16. 2. 68

GLIEDERUNG

	Seite
I. Beziehungen zwischen psychischem Geschehen und Skelettmuskulinnervation	
1. Vorbemerkung	3
2. Empirische Untersuchungen, welche sich nicht der Elektromyographie bedienen	6
3. Elektromyographische Untersuchungen	9
a) Art des psychischen Einflusses auf die Muskelspannung	9
b) Unterschiede zwischen Personengruppen	14
c) Spezifität der Reaktionsmuster	17
4. Die zentralnervösen Zusammenhänge zwischen psychischem Geschehen und der Steuerung der Motorik	18
II. Fragestellung und Methodik	
1. Fragestellung	20
2. Zusammensetzung der Patientengruppe	21
3. Versuchsanordnung	22
4. Physiologische und psychologische Meßmethodik	24
a) Elektromyographische Methodik	24
aa) Diskussion und Kritik	24
bb) Eigene Methode	27
b) Psychodiagnostische Methodik	30
aa) Diskussion und Kritik	30
bb) Eigene Methode	33
5. Versuchsdurchführung	35

	Seite
III. Ergebnisse	
1. Anamnese und Fragebogen	36
2. Ergebnisse der motorischen Versuche	39
a) Ausführungszeit und Fehlerzeit	39
b) Impulse der Extensoren und Flexoren des rechten Unterarmes	42
c) Impulse des rechten biceps brachii und der Flexoren des linken Unterarmes	45
d) Die Beziehungen der Muskelpotentiale des aktiven Armes untereinander	45
e) Impulse des m. frontalis	46
f) Die Herzfrequenz	49
IV. Diskussion der Ergebnisse	51
V. Zusammenfassung	54

I. BEZIEHUNGEN ZWISCHEN PSYCHISCHEM GESCHEHEN UND SKELETTMUSKELINNERVATION

1. VORBEMERKUNG

Eine klassische Unterscheidung teilt die efferenten Anteile des Nervensystems in ein motorisches und ein vegetatives System. Betrachtet man die Beziehungen dieser beiden Systeme zu psychischem Geschehen, dann scheint sich ein klarer Unterschied zu ergeben: während die Skelettmuskulatur unseren Willkürimpulsen gehorcht, haben wir keinen unmittelbaren Einfluß auf die vegetativen Innervationen. Dagegen steht die vegetative Innervation vieler Organe in enger Beziehung zu unserem Gefühlsleben, sie dient dem unwillkürlichen Ausdruck unserer Stimmungen. Man bekommt Herzklopfen bei Aufregung, die Tränendrüsen sezernieren stärker bei Traurigkeit usw.

Betrachtet man jedoch den Gegensatz "willkürliche Skelettmuskelinnervation" und "unwillkürlicher Gefühlsausdruck durch vegetative Innervationen" genauer, dann zeigt sich schon der vorwissenschaftlichen Beobachtung, daß sich dieser Gegensatz nicht so scharf aufrechterhalten läßt. Tatsächlich dient auch die Skelettmuskulatur in Mimik und Gestik dem unwillkürlichen Ausdruck von Stimmungen. Neben Einzelinnervationen spielt dabei offenbar der Gesamttonus eine wichtige Rolle, der z. B. bei Traurigkeit sichtbar schlaffer erscheint, als bei freudiger Erregung.

Für diesen "Einfluß psychischer Vorgänge auf die Muskeltätigkeit unter Ausschluß der intendierten Bewegungen" (HASSLER) hat man den Ausdruck "Psychomotorik" geprägt. Erst die psychomotorischen und die vegetativen Innervationen zusammen ergeben den Ausdruck der seelischen Gestimmtheit eines Menschen.

Die Innervation der Skelettmuskulatur ist ein sehr kompliziertes Gefüge. Wir können eine ganze Reihe von verschiedenen Etagen unterscheiden, die bei der Integration der Bewegung jeweils zusammenspielen. Hierzu gehört z.B. auf der untersten Stufe das spinale, reflektorische Verhalten auf Schmerz- und Berührungsreize, Kitzelreize, Muskeldehnung und Muskelspannung, welches bereits eine Fülle von verschiedenartigen Reflexen umfaßt, die ihrerseits wieder durch zentralnervöse Impulse gesteuert werden. Über dieser untersten Schicht liegt eine im wesentlichen vom unteren Abschnitt des Hirnstammes gesteuerte Schicht, die durch von MONAKOW als Prinzipalmotilität zusammengefaßt wird. Sie umfaßt die gesamten Innervationen, die mit der Austarierung der Gravitationswirkung, mit der Wiederherstellung der normalen Körperstellung, mit der Fortbewegung im Raum und auch mit der Fortbewegung im Bereich der inneren Eingeweide, mit der Atmung und mit der Herztätigkeit zu tun haben. Hier sind also bereits Überschneidungen zu Gebieten, die man als vegetative Innervation zusammenfaßt. Auch dieser Mechanismus ist insbesondere bei höheren Tieren weitgehend von der Intention, also von corticalen Impulsen aus, modifizierbar.

Dieser Stufe übergeordnet ist jenes Stockwerk, das SCHALTENBRAND als motorische Stimmung bezeichnet (1929, 1956). Es entspricht bestimmten biologischen Situationen im Sinne v. UEXKÜLLS, wobei auch ein vorgeprägtes System von Schablonen sich ausprägt, wie z.B. das Verhalten im Spiel, das Verhalten gegenüber Kindern, das Verhalten gegenüber der Beute, gegenüber dem Feind und dem Sexualpartner. Dazu gehören auch bereits primitive Lautäußerungen. Beim Gesunden entspricht der motorischen Stimmung jeweils eine subjektive Befindlichkeit, die durch Umweltreize ausgelöst wird. Bei Krankheiten können Dissoziationen zwischen dieser Befindlichkeit und der motorischen Stimmung auftreten.

Darüber geordnet ist die direkte willkürliche Beeinflußbarkeit der Moto-

rik in bezug auf ihre tonischen Anteile und geplanten Bewegungen. Hier können wir einen vorbereuften und einen bewuften Anteil unterscheiden. Der vorbereuften Anteil bereitet die Bewegungen vor und leitet sie ein. Er hängt sehr wesentlich von der psychischen Einstellung ab, so wie dies durch die myographischen Untersuchungen der SCHALTENBRANDschen Schule nachgewiesen werden konnte.

Die positive oder negative Grundhaltung des Patienten zur Untersuchung spiegelt sich im Mechanomyogramm wieder. Unter normalen Umständen darf man eine positive Einstellung voraussetzen; eine negative Einstellung findet sich aber nicht selten bei mißtrauischen oder feindseligen Patienten, vor allem bei Psychosen. Diese vorbereuften Motorik, in der auch bereits Bewegungsvorstellungen sich für den Menschen unmerklich so stark äußern, daß sie mit objektiven Methoden registriert werden können, sind vielfach Gegenstand myographischer Untersuchungen gewesen. Sie lassen sich am besten dann erfassen, wenn das Verhalten der Muskulatur mit einer sog. geführten Bewegung untersucht wird, während die Versuchsperson die Anweisung erhält, keinerlei Willkürimpulse auszuüben.

Mit den Mechanomyographen von SCHALTENBRAND (SCHALTENBRAND 1936, 1937 a, b; 1953; SCHALTENBRAND und BALLING 1947; SCHALTENBRAND und HAMPL 1958) liegt ein standardisiertes Untersuchungsverfahren vor, das erlaubt, mit geführten stufenförmigen Bewegungen von genau definierter Beschleunigung und Geschwindigkeit zu arbeiten.

Die Untersuchungen von SCHALTENBRAND und Mitarbeitern mit dieser Methode haben ergeben, daß es eines ganz erheblichen Trainings bedarf, um diese vorbereuften Innervationen zu unterdrücken. Dieses Training gelingt am schnellsten bei intelligenten und sportlich gewandten Personen. Für die Registrierung der tieferen Etagen der Motorik ist es wichtig, diese Einflüsse möglichst zu beseitigen.

Bei der gegenwärtigen Untersuchung interessierten wir uns aber gerade für die vorbewußte Beeinflussung der Motorik. Es sollte die Auswirkung bestimmter psychischer Situationen auf die aktive Bewegung untersucht werden. Dabei wurde das tatsächliche Ausmaß der Grundaktivität und der reflektorischen Veränderungen des Muskeltonus vernachlässigt. Wir sahen unsere Aufgabe darin, die motorische Reaktionsbereitschaft und Reaktionsweise einer unterschiedlichen Patientengruppe auf bestimmte standardisierte Belastungen zu prüfen. Dies war nur über die Beobachtung der Änderung der elektromyographisch gemessenen Muskelaktivität in der akuten Belastungssituation im Vergleich zu dem Verhalten vorher und nachher möglich. Zunächst sollen einige Untersuchungen referiert werden, die sich schon mit derartigen Veränderungen des muskulären Verhaltens befaßten. Dabei sind vor allem Untersuchungen aus den folgenden beiden Themenkreisen von Interesse:

- a) Führt die - bei emotionalen Belastungen auftretende - psychomotorische Aktivität zu einer Desorganisation intendierter Bewegungen?
- b) Ist bei bestimmten Personengruppen die psychomotorische Reaktion auf eine unspezifische Belastung stärker, als bei anderen Personengruppen?

2. EMPIRISCHE UNTERSUCHUNGEN, WELCHE SICH NICHT DER ELEKTROMYOGRAPHIE BEDIENEN

Bereits zur Zeit des Ersten Weltkrieges versuchte NUNBERG (1918, zitiert nach YATES 1960) die unwillkürlichen Handbewegungen zu erfassen, die während eines Wortassoziationstestes auftraten. Mit einer verbesserten Methodik nahm LURIA (1932) diese Fragestellung wieder auf. Er untersuchte den willkürlichen Druck, der mit der rechten Hand als Reaktion auf verbale Stimuli ausgeübt wurde, gleichzeitig registrierte er Tremor und unwillkürliche Bewegungen beider Hände. Bei einer af-

fektgeladenen Reaktion wurde die willkürliche Bewegung in Dauer, Stärke und Reaktionszeit unregelmäßiger, außerdem kam es zum Auftreten von Tremor und zu "unwillkürlichen" Bewegungen des inaktiven linken Armes. In den folgenden Jahren entstanden viele Untersuchungen, die sich einer ähnlichen Technik bedienten (Literaturnachweis bei YATES, 1960), und im wesentlichen die Befunde LURIAS bestätigten.

ARNOLD (1943) fand in einer derartigen Untersuchung, daß Probanden, bei denen sich eine hohe "Spannung" des aktiven rechten Unterarmes mit einer geringen Aktivität des inaktiven linken Armes verband, bei der Ausführung einfacher motorischer Aufgaben unter Tempobedingungen besser abschnitten, während Probanden, die eine starke Aktivität des linken Armes während eines Versuches aufwiesen, relativ schnell versagten. Die Autorin schloß daraus, daß die Aktivität des linken Unterarmes ein Index für eine ungünstige "allgemeine Gespanntheit" sei, Zeichen einer Unfähigkeit zur ökonomischen, zweckentsprechenden Muskelinnervation. Diese Untersuchung leitet zu den Versuchen über, Unterschiede in der Stärke der psychomotorischen Reaktion zwischen verschiedenen Persönlichkeitstypen oder zwischen verschiedenen psychiatrischen Patientengruppen zu finden. Da der Kliniker psychomotorische Beschwerden vor allem bei Patienten mit Angstsymptomen findet (CAMERON 1944), wurden vor allem die Reaktionen von Angstneurotikern, aber auch die anderer neurotischer und psychotischer Patientengruppen untersucht. Neben Fingerbewegungen, Tremor und der Blinzel- frequenz - letztere soll ein guter Index der allgemeinen Gespanntheit sein (MEYER et al. 1953) - wurden bei diesen Untersuchungen auch komplexere Methoden, wie Fingergeschicklichkeitsproben und Spiegel- zeichenversuch¹ verwendet. Da bereits Sammelreferate über diese Arbeiten vorliegen (YATES 1960, GOLDSTEIN 1964), sollen sie hier

1 Die Aufgabe beim Spiegelzeichnen besteht darin, eine Figur nachzuzeichnen, die man nur im Spiegel, also seitenverkehrt sehen kann.

nicht im einzelnen referiert werden. Die verschiedenen indirekten Methoden, die psychomotorische Reagibilität zu erschließen, korrelieren im allgemeinen nicht sehr hoch miteinander (YATES 1960). Man versuchte daher, zur Bestimmung der "allgemeinen Gespanntheit" oder zur Bestimmung damit zusammenhängender psychologischer Variabler - ähnlich wie bei der Konstruktion von Intelligenztests - "Testbatterien" aus verschiedenen Verfahren zusammenzustellen. Nach einer faktoranalytischen Untersuchung von EYSENCK (1958) sollen u.a. folgende motorische Tests positive Beziehungen zu einem Faktor "Neurotische Tendenz" haben, der durch Psychiaterurteile bestimmt wurde:

Statische Ataxie (d.h. Stärke der Schwankungen bei ruhigem Stehen mit geschlossenen Beinen) - geringe Ausdauer, ein Bein in ermüdender und unbequemer Position zu halten - geringe Ausdauer, den Atem anzuhalten - geringe Leistungen bei einem Handgeschicklichkeitstest, der die Manipulation von Stiften mit einer Pinzette verlangt und Langsamkeit beim Nachfahren einer schwierigen Figur ("track tracer") unter der Instruktion, schnell und genau zu sein. Ähnliche Untersuchungen veröffentlichte CATTELL (zusammenfassend in CATTELL und SCHEIER 1961).

Alle diese indirekten Methoden, "Muskelspannung" zu bestimmen, haben zwei schwerwiegende Nachteile: Spannungsanstiege, die sich nicht in einer aktiven Bewegung oder einer Druckänderung äußern, können mit ihnen nicht erfaßt werden. Außerdem messen die meisten dieser Verfahren recht periphere Wirkungen der "Muskelspannung", oder komplexe Leistungen, die sich neurophysiologisch kaum mehr analysieren lassen. Erst mit der Elektromyographie entstand eine Methode, die es erlaubt, den Aktivitätsanstieg der quergestreiften Muskulatur direkt zu erfassen.

3. ELEKTROMYOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN

a) Art des psychischen Einflusses auf die Muskelspannung

Bereits 1930 wies JACOBSON nach, daß elektromyographisch registrierbare Muskelpotentiale nicht nur bei äußerlich bemerkbaren Aktionen auftreten, sondern daß ein ruhig und entspannt daliegender Proband einen deutlichen Aktivitätsanstieg in einer Extremität zeigte, von der er sich vorstellte, er bewege sie. Die auftretenden Potentiale waren zwar schwächer, aber von derselben Art wie Potentiale, die sich bei einer langsamen Bewegung der Extremität zeigten.

1938 veröffentlichte DAVIS eine elektromyographische Untersuchung über die Muskelspannung bei der Lösung mathematischer Aufgaben. Er fand in der Armmuskulatur höhere Potentiale während der Lösung des Problems, als in der Zwischenzeit. Bei schwierigeren Aufgaben waren auch die Anstiege der Aktionspotentiale größer. In einer 1939 veröffentlichten Studie ließ er die Probanden multiplizieren und sinnlose Silben lernen. Er stellte fest, daß die Muskelaktivität meist während der ganzen Arbeitsperiode progressiv anstieg. Gab er den Probanden die Instruktion, sie sollten den rechten Arm während der Aufgabe entspannen, dann sank die Aktivität der Muskeln dieses Armes deutlich ab, die Aktivität ferner liegender Muskeln ließ weniger nach. In der Folge konnte man einen Anstieg der Muskelpotentiale bei recht verschiedenartigen psychischen Tätigkeiten nachweisen. MALMO et al. (1951) beschrieben

1 Ähnliche Beobachtungen waren schon früher für indirekte Parameter der Muskelspannung veröffentlicht worden: BILLS (1929) beschrieb ansteigende Gradienten des Druckes, den ein Schreibstift auf die Unterlage ausübt (point pressure), während arithmetischer Aufgaben. Mc TEER (1933) und TELFORD und SWENSON (1942) beobachteten einen Anstieg des Druckes, mit dem der Zeichenstift umfaßt wurde (grip pressure) bei Spiegelzeichenaufgaben.

eine Tendenz der Potentiale der Genick- und Unterarmmuskulatur, während einer Spiegelzeichenaufgabe progressiv anzusteigen. SMITH (1953) bestätigte diese Beobachtungen, die in der erwähnten Studie nebenbei angefallen waren und nur qualitativ beschrieben wurden, in einer quantitativen Untersuchung.

SMITH et al. (1954) und WALLERSTEIN (1954) fanden einen Aktivitätsanstieg am m. mentalis und m. frontalis bei angestrengtem Zuhören. GÖPFERT und v. EIFF (1952, 1953 a, b) konnten zeigen, daß die bei längerem Kopfrechnen auftretenden Grundumsatzerhöhungen zum größten Teil auf begleitenden Steigerungen der Muskelaktivität beruhen. Die Autoren vermuteten, daß die Stärke der Muskelaktivität von dem Grad der emotionalen Beteiligung bei einer geistigen Tätigkeit abhängt. Diese Frage suchten die Autoren in einem Experiment zu klären, bei dem die Probanden ebenfalls Kopfrechnenaufgaben lösten. 5 Mitarbeiter des Versuchsleiters beurteilten unabhängig voneinander das Verhalten der Probanden. Entscheidend für die Höhe des Energieumsatzes und der muskulären Aktivität waren nicht die effektive Leistung, sondern ein "starker Wille zur Leistung" und ein "emotional affektives Denken" (v. EIFF 1952). Der "Wille zur Leistung" deckt sich wohl mit dem in der Psychologie gebräuchlicheren Terminus "Motivationsgrad". Der Zusammenhang zwischen dem Grad der Motivation und der Stärke des Anstieges von Muskelpotentialen während der Lösung einer Aufgabe konnte auch von anderen Autoren belegt werden. Nach der bereits erwähnten Untersuchung von SMITH (1952) persistieren die Muskelpotentiale nach einer unterbrochenen Aufgabe stärker, als nach einer vollendeten. Die Differenz zwischen der Größe der persistierenden Muskelspannung nach Unterbrechung und nach Vollendung einer Aufgabe korrelierte signifikant mit der aus allen Versuchen zusammengefaßten Gesamtsteilheit des Anstieges während der Versuche. BARTOSHUK (1955) zog daraus die Folgerung¹, daß die Steilheit der

1 Er bezog sich dabei auf die psychologische Feldtheorie K. LEWINS.

Gradientenanstiege ein Maß der Motivationsstärke sei, und belegte diese These durch Beobachtungen bei eigenen Untersuchungen mit Spiegelzeichenversuchen. Jeder seiner Probanden mußte eine größere Zahl Spiegelzeichnungen ausführen. BARTOSHUK konnte nachweisen, daß Probanden, welche die Aufgaben am besten durchführten, die steilsten Muskelpotentialgradienten hatten. Die Steilheit ist aber keine Funktion der Zeichengeschwindigkeit, denn die größeren absoluten Zeichengeschwindigkeiten, die auf Grund des Lerneffektes bei späteren Versuchen auftraten, waren nicht von entsprechend steileren Gradienten begleitet. Andererseits korrelierte der Zuwachs der Zeichengeschwindigkeit von Versuch zu Versuch mit dem Zuwachs der Muskelgradienten. SURWILLO (1956 a) stellte seinen Probanden zwei "tracking"-Aufgaben¹ und sorgte dafür, daß bei der schwierigeren der Antrieb stärker war. Er fand bei höherem Antrieb einen stärkeren Anstieg der Muskelpotentiale und konnte nachweisen, daß für diesen stärkeren Anstieg nicht der Griffdruck oder der Muskelschmerz verantwortlich war. In einer Studie von MÜCHER (1962) wurde versucht, ein direktes psychologisches Maß der Motivationsstärke in einem projektiven Verfahren² zu gewinnen. Probanden mit einem höheren Motivationsindex zeigten beim Kopfrechnen und bei einem Stegreifvortrag eine höhere Muskelspannung des m. triceps surae. Bei Versuchen, bei denen zwei Aufgaben gleichzeitig zu lösen waren, stellten EASON und WHITE (1961) fest, daß die Beziehungen zwischen Muskelspannung und Leistung stark davon abhängt, worauf die Anspannung gerichtet ist.

Bisher wurden nur Untersuchungen besprochen, in denen von den Pro-

- 1 Bei "visual tracking tasks" geht es darum, ein bewegliches Ziel zu verfolgen. Es gibt mehrere Varianten der Versuchsanordnung. Beschreibungen von Versuchsanordnungen finden sich bei SURWILLO (1956 b) und bei EASON und WHITE (1961).
- 2 Dabei wird die Zahl der "erfolgsbezogenen Inhalte" gewertet, die in Geschichten zu wenig strukturierter Bilder produziert werden. Methode nach Mc CLELLAND.

banden psychische Leistungen gefordert wurden. Nur auf sie ist der Motivationsbegriff anwendbar. Bei einer anderen Art von Versuchen wurden die Probanden hingegen emotional belastet, ohne daß man eine Leistung von ihnen verlangte. NEWMAN (1953) stellte am m. temporalis einen deutlichen Anstieg der Muskelpotentiale auf emotional belastende Worte im Wortassoziationstest fest. Einen plötzlichen Anstieg der Muskelspannung beobachtete man auch beim psychiatrischen Interview, wenn die Diskussion unangenehme Punkte berührte, und zwar nicht nur beim Patienten, sondern auch beim Therapeuten. Während die Spannung der Sprechmuskulatur des Patienten als Reaktion auf ein Lob abfiel, steigerte sie sich, wenn er kritisiert wurde. Ein ähnliches Reaktionsmuster registrierte man beim Therapeuten (DAVIS und MALMO 1951; MALMO, BOAG und SMITH 1957). Es lag nahe, einen Terminus zu suchen, der alle Phaenomene umfaßt, die eine Verstärkung der psychomotorischen Aktivität verursachen. Nach der Theorie von DUFFY (zusammenfassend 1962) lassen sich die Begriffe "Emotion", "Trieb", "Motivation" u.ä. auf die primären Faktoren der "Intensität" und der "Richtung" des Verhaltens zurückführen. Die Dimension der Intensität wird als "Aktivation" ("activation", "arousal", manchmal auch "energy mobilization") bezeichnet. Man stellt sich diese Aktiviation als quantifizierbare Dimension vor, deren Größenänderungen durch die Summe der (polygraphisch registrierten) Änderungen vegetativer und motorischer Erregungen schätzbar ist. Die meisten neueren amerikanischen Untersuchungen mit elektromyographischen Ableitungen beziehen sich auf dieses theoretische Modell¹. STENNET (1957) untersuchte den Zusammenhang zwischen dem Grad der Aktiviation und der Leistung bei "tracking" Experimenten. Er variierte den Aktivationsgrad,

1 Der Begriff "Aktivation" ist weiter als der Begriff "emergency states" von CANNON, da er sich nicht nur auf extreme Lagen bezieht und auch motorische und EEG-Veränderungen einbezieht; teilweise deckt er sich auch mit der "ergotropen Umstimmung" von W. R. HESS.

indem er je einen Versuch als unwichtigen Vorversuch ankündigte, bei einem anderen den Probanden glauben ließ, er helfe bei der Eichung des Apparates; beim dritten bat er den Probanden "sein Bestes zu geben" und schließlich kündigte er bei einem Versuch für eine gute Ausführung eine Belohnung und für eine schlechte Ausführung einen elektrischen Schlag an. STENNET konnte am aktiven rechten und am inaktiven linken Unterarm nachweisen, daß diesen verschiedenen hohen "Aktivationsgraden" verschieden starke Muskelpotentiale entsprachen. Die besten Leistungen fanden sich bei mittlerer Aktivierung und entsprechend bei mittelstarkem Potentialanstieg. Ähnlich wie die Muskelpotentiale verhielt sich auch die Hautwiderstandsänderung für elektrischen Gleichstrom.

In einem zusammenfassenden Referat nennt MALMO (1959) die Aktivierung eine "neuro-psychologische Dimension" und beschreibt sie folgendermaßen:

"Das Kontinuum, das sich vom tiefen Schlaf am Pol der niedrigen Aktivierung, bis zu Erregheitszuständen am Pol der hohen Aktivierung erstreckt, ist eine Funktion des Anstieges der Bombardierung des Cortex durch das ARAS¹; je größer die Bombardierung des Cortex, umso größer die Aktivierung. Die Gestalt der Kurve, die das Leistungsniveau zum Aktivationsniveau in Beziehung setzt, ist die eines umgekehrten U: von niedriger Aktivierung ab zu einem Punkt, der optimal ist für eine gegebene Leistung oder Funktion, steigt das Leistungsniveau monoton mit steigendem Aktivationsniveau; aber jenseits dieses optimalen Punktes ändert sich die Beziehung: ein weiterer Anstieg der Aktivierung über diesen Punkt hinaus führt zu einem Abfall der Leistung. Dieser Abfall steht in direkter Beziehung zum Maß des (weiteren) Anstieges des Aktivationsniveaus."

Diese Theorie konnte FUSTER (1958) auch tierexperimentell stützen. Affen, die gelernt hatten, beim Anblick geometrischer Figuren bestimmte Reaktionen auszuführen, zeigten bei elektrischer Reizung der formatio reticularis kürzere Reaktionszeiten und bessere Leistungen.

1 "Aufsteigend retikuläres Aktivierungssystem" nach W. H. MAGOUN.

gen. Bei starker Reizung fiel die Leistung ab.

Allerdings hat die Aktivierungstheorie bei der Erklärung psychophysiologischer Zustände auch deutliche Grenzen, die man sich leicht vor Augen führen kann, wenn man bedenkt, daß am Pol der "hohen Aktivierung" so verschiedene Zustände wie die Schreckstarre und die Überagiertheit des Manikers nahe beieinander liegen müßten (siehe dazu auch MALMO 1957).

b) Unterschiede zwischen Personengruppen

Betrachtet man die in Teil I. 2. beschriebenen schlechteren Leistungen neurotischer und ängstlicher Menschen bei motorischen Versuchen im Lichte dieses Ansatzes, dann kann man sie als Folge der leichten Erregbarkeit sehen, die dazu führt, daß der Aktivierungsgrad, der eine optimale Leistung gewährleistet, schneller überschritten wird als beim Normalen. Dazu mag noch hinzukommen, daß bei diesem Personenkreis eine geringere Fähigkeit besteht, die motorische Koordination bei höherer Aktivierung aufrecht zu erhalten.

Neurotiker und Menschen mit Angstsymptomen haben bei Belastungen einen höheren Grad vegetativer und motorischer Erregung als Normale. (Folgende Parameter werden neben den Muskelableitungen häufig bestimmt: Herzfrequenz, Blutdruckänderungen, Hautwiderstandsänderungen, Speichelsekretion, Hauttemperatur, Atemfrequenz und als zentrales Symptom das Verschwinden der α -Aktivität im EEG. Eine zusammenfassende Darstellung der Methoden findet sich bei DUFFY 1962.)

Dabei zeigte sich, daß es zum Nachweis dieser Unterschiede keiner "spezifischen" Belastung bedarf, bei der die speziellen Probleme des Patienten angesprochen werden. Es genügt vielmehr eine einfache, für Patienten und Normale gleiche Belastung.

Diese Feststellung entspricht auch der klinischen Erfahrung. 1944 stellte der kanadische Psychiater CAMERON in einer Untersuchung über die neurovegetativen Beschwerden von Patienten mit Angstsymptomen (anxiety states) fest:

"Beachtung sollte der Tatsache geschenkt werden, daß ihre Symptome sichtbar gemacht werden oder intensiviert werden nicht in erster Linie durch die Reaktivierung irgend einer Konfliktsituation, die es geben mag, sondern buchstäblich durch alles im Laufe des Tages, was sich zur Verstärkung von Spannung eignet."

Nachdem DAVIS (1948; 1949) festgestellt hatte, daß die meisten Menschen auch auf nicht schmerzhaftes Schallbelastung mit erhöhter Muskelspannung reagieren, ja daß dieser Effekt sogar auf unterschwellige Schall-schwingungen auftreten kann (DAVIS 1950), entwickelte sich die Schallbelastung zu einer Standardmethode der Arbeitsgruppe MALMOs (MALMO 1957).

In einer Untersuchung, bei der die ruhig liegenden Probanden mit der rechten Hand einen gleichmäßigen Druck auf einen Gummiball ausüben sollten, zeigte sich, daß nach einer anfänglichen Reaktion bei Beginn des Schallreizes die Muskelspannung im rechten Unterarm bei Normalen bereits nach etwa 0,3 sec. abzusinken begann, während sie bei Neurotikern weiter anstieg. Schon nach 0,5 sec. waren bei den Normalen die Potentiale auf das Niveau vor dem Versuch abgesunken, während die Potentiale der Neurotiker noch nach 3 sec. deutlich über diesem Niveau lagen. Der Gipfel der Reaktion war also bei den Neurotikern nicht nur höher, sondern lag auch später, als bei den Normalen (MALMO, DAVIS, SHAGASS 1950). Bei einer ähnlichen Untersuchung, in der auf eine aktive Muskelkontraktion vollständig verzichtet wurde, boten die Autoren im 1-Minuten-Intervall Schallstöße. Bei Patienten mit Angstsymptomen zeigte sich eine höhere initiale Reaktion, als bei der Kontrollgruppe. Der stärker signifikante Unterschied bestand aber auch hier in der stärkeren Spannung der Unterarmextensoren 0,4 sec.

nach dem Reiz bei der Patientengruppe (DAVIS et al. 1954). - Offensichtlich muß eine Situation von den Probanden nicht als besonders belastend empfunden werden, um diese Unterschiede zwischen Patienten und Kontrollgruppe deutlich zu machen. DAVIDOWITZ et al. (1955) registrierten auf die einfache Instruktion hin, bei dem 10. Schlag eines Metronoms einen Druckknopf zu drücken, eine stärker persistierende Reaktion bei gespannten Patienten, als bei "Normalen". Abweichende Ergebnisse erzielte MARTIN (1956), welche die motorischen Reaktionen von Normalen, neurotischen und psychotischen Patienten miteinander verglich. Unter verschiedenen "Stressituationen" fand sie Unterschiede in der Muskelspannung normaler und neurotischer Probanden nur, wenn letztere auf Fragen über ihre Symptome antworteten.

Eine Untersuchung von BALSHAN (1962) zeigte, daß nicht nur klinisch manifeste Neurotiker mit einer stärkeren Muskelreaktion auf einen Stimulus reagieren. Weibliche Studenten wurden in Gruppen mit hoher und niedriger "Angsttendenz" auf Grund von Fragebogenergebnissen eingeteilt¹. Während sich die beiden Gruppen unter Ruhebedingungen in der Stärke der Potentiale von 16 verschiedenen Muskeln nicht unterschieden, fanden sich Unterschiede in allen Ableitungen auf Schallbelastung². In einer weiteren Untersuchung, bei der normale Frauen mit niedrigen Fragebogenergebnissen psychiatrischen Patientinnen mit hohen Fragebogenwerten gegenübergestellt wurden, registrierte die Autorin neben Muskel-

-
- 1 Die Fragebogenverfahren werden in Teil II, 4 b dieser Arbeit besprochen.
 - 2 Dieses Ergebnis wurde allerdings nicht direkt statistisch gesichert. Auf den Hauptzweck der Untersuchung, einen Faktor der "allgemeinen Muskelspannung" faktoranalytisch zu untersuchen, kann hier nicht eingegangen werden.

potentialen auch vegetative Variable. Während sich schon unter Ruhebedingungen bei der Patientengruppe eine Tendenz zu höherer Atem- und Herzfrequenz und ein geringerer Hautwiderstand zeigte, war die Muskelspannung nur unter Schallbelastung bei den Patientinnen höher (I. BALSHAN GOLDSTEIN, 1964).

c) Spezifität der Reaktionsmuster

Der einfache Nachweis, daß Patienten in irgendwelchen Muskelgruppen mit einer höheren Spannung auf einen Stress reagieren, als "Normale", trägt noch nicht unmittelbar zur Erklärung somatischer Beschwerdebilder neurotischer Patienten bei. MALMO und SHAGASS (1949) belasteten eine unausgelesene Gruppe psychiatrischer Patienten mit thermalen Schmerzreizen. Sie stellten fest, daß die Patienten, welche angegeben hatten, an Kopfschmerzen zu leiden, auf diesen Reiz mit einer stärkeren Spannung der Nackenmuskulatur reagierten als die übrigen, von denen sie sich hingegen in der Herzfrequenz nicht unterschieden. Patienten, die Herzbeschwerden angegeben hatten, zeigten eine stärkere Veränderung der Herzfrequenz, unterschieden sich aber in der Muskelreaktion nicht von den übrigen. Die Autoren schlossen daraus, daß die physiologische Reaktion auf Belastungen vorwiegend in dem System auftritt, das Verbindung zu den Beschwerden hat, und zwar auch dann, wenn diese Beschwerden zur Zeit der Belastung nicht empfunden werden. In einer weiteren Untersuchung (1950 a) stellten die gleichen Autoren fest, daß bei Patienten, die an Kopfschmerzen leiden, während der Diskussion unangenehmer Gegenstände Kopfschmerzen auftraten; gleichzeitig erhöhte sich die Aktivität des m. frontalis. Sie nannten dieses Phänomen "symptom specificity".

BALSHAN GOLDSTEIN et al. (1964) ließen psychiatrische Patienten mehrmals durch Psychiater einem Interview unterziehen. Während der

Befragung lagen die Probanden ruhig in einem Bett. Neben den Muskelpotentialen wurden verschiedene vegetative Variable registriert. Die Autoren fanden, daß es für jeden Probanden charakteristische "Hierarchie" des Aktivierungsgrades der verschiedenen Variablen gebe: "response specificity" und "response stereotyp"¹⁾. Außerdem beobachteten sie eine "response specificity" zwischen verschiedenen Muskelableitungen. Dieser letzte Befund muß allerdings aus technischen Gründen mit besonderer Vorsicht betrachtet werden (s. S. 27).

4. DIE ZENTRALNERVÖSEN ZUSAMMENHÄNGE ZWISCHEN PSYCHISCHEN FUNKTIONEN UND DER STEUERUNG DER MOTORIK

Vor der Erörterung dieses Fragenkreises soll die Tatsache betont werden, daß wir über die Art des Aufeinandereinkommens psychischer und physiologischer Vorgänge heute noch genau so wenig Bescheid wissen, wie zur Zeit des DESCARTES; der glaubte, "res cogitans" und "res extensae" ruhten im corpus pineale punktförmig aufeinander. - Obgleich sich die Frage nach dem "wie" naturwissenschaftlich nicht sinnvoll behandeln läßt, kann man die Frage nach dem "wo" stellen.

CANNON schloß aus seinen Untersuchungen (zusammenfassend 1925) über die physiologischen Veränderungen bei starken Affekten, daß der Thalamus die zentrale Repräsentationsstelle der Verknüpfung affektiver und somatischer Vorgänge sei. Durch die Methode der elektrischen Reizung eng umschriebener Stammhirnbezirke, die vor allem von W. R. HESS entwickelt wurde, war es möglich, diese Theorie besser zu differenzieren. Löst man bei einem Versuchstier durch eine elektrische Stammhirnreizung eine Abwehr- oder Fluchtreaktion aus, dann kommt es zu einer synergistischen Aktivität sowohl vegetativer, als auch motorischer Mechanismen, die zu dieser Reaktion nötig sind (HESS 1961).

1) Diese beiden Begriffe wurden von LACEY geprägt und ursprünglich nur auf vegetative Variable angewandt.

Auf Grund klinischer und tierexperimenteller Beobachtungen nimmt SCHALTENBRAND (1929, 1956) ein - wahrscheinlich in den Stammganglien lokalisiertes - Zentrum an, das der "Stimmung der Motorik" dient. Dieses Zentrum verleiht den willkürlichen und unwillkürlichen Bewegungen ihre charakteristische affektive Färbung, es bestimmt die Ausbreitung oder Einschränkung von Mitbewegungen. In dem für unsere Untersuchung definierten Sinne (s. S. 1) kann man es als "psychomotorisches Zentrum" betrachten. Wie SCHALTENBRAND sieht auch HASSLER die zentrale Repräsentation der Psychomotorik in den Stammganglien - speziell im Pallidum. Er stützt sich bei dieser Annahme vor allem auf die Ergebnisse der elektrischen Stammhörnreizungsversuche. Das Pallidum tonisiere die Muskeln je nach dem Grad der Wachheit, der emotionalen Spannung und der Aufmerksamkeitszuwendung. Mit seinen retikulären und thalamo-kortikalen Anschlußstrecken trage es darüber hinaus wesentlich zur Aktivierung des Großhirns bei (HASSLER 1964, TSCHABITSCHER et al. 1964).

Die Auslösung affektiver Reaktionen durch Reizung des Zwischenhirns ist aber an die Intaktheit des Höhlengraus um den Aquädukt und der *Formatio reticularis* gebunden; wird der Hirnstamm oberhalb der Brücke quer durchtrennt, können keine affektiven Reaktionen mehr ausgelöst werden (HASSLER 1964). Von den Systemen, die für eine intakte Psychomotorik nötig sind, scheint vor allem das "poikilopoe-tische" (SCHALTENBRAND 1956), von Fremdreizen abhängige System der *Formatio reticularis* interessant. Das retikuläre System des Hirnstammes hat neben seiner engen Verbindung mit der Repräsentationsstelle der Psychomotorik die Funktion, zentripetale Erregungen in allgemeine "Weckreize" für den Cortex umzuwandeln. Diese Funktion wurde bei der Besprechung der psychologischen "Aktivierungstheorien" bereits erwähnt. Schließlich hat es noch eine effektorische Funktion: es beeinflusst die Aktivität der Vorderhornzellen des Rückenmarkes, wobei es vor allem die Aktivität der Gamma-Zellen bestimmt (MAGOUN, RHINES).

v. EIFF (1965) untersuchte - mit einer von PAILLARD angegebenen Methode -, ob sich bei intensivem Kopfrechnen die Alpha- oder die Gamma-Aktivität verstärkt. Er fand eine deutliche Verstärkung der Gamma-Aktivität und eine geringe Beeinflussung der Alpha-Aktivität.

Auf Grund dieser Versuche kann man vermuten, daß die zentralen psychomotorischen Erregungen sich vorwiegend über das Gamma-System auf die Muskulatur übertragen.

II. FRAGESTELLUNG UND METHODIK

1. FRAGESTELLUNG

Die bisher besprochenen Untersuchungen, welche sich mit motorischen Reaktionen auf einen kurzen "Stress" befaßten, gingen entweder von psychiatrischen Fragestellungen aus: Unterscheiden sich klinisch diagnostizierte Neurotiker (und Psychotiker) in der Stärke ihrer Reaktion von Normalen? - oder die Frage wurde psychologisch gestellt: Korrelieren bestimmte Persönlichkeitszüge mit der Stärke der Reaktion? Verständlicherweise gingen diese Fragestellungen teilweise ineinander über. In dieser Arbeit soll eine mehr allgemein-medizinische Frage untersucht werden:

Unterscheiden sich Patienten, die viele neurovegetative Beschwerden haben, in der Stärke der Reaktion auf leichte Belastungen von solchen, die kaum Beschwerden dieser Art vorbringen?

Für die Muskulatur, mit der sich diese Untersuchung hauptsächlich befaßt, kann die Frage im Blick auf die "response specificity" noch enger so gestellt werden:

Unterscheiden sich Patienten, die viele funktionelle Beschwerden im Bereich der Muskulatur angeben von solchen, die wenig

derartige Beschwerden vorbringen, in der Art ihrer elektromyographisch faßbaren Reaktion?

Es soll dabei nicht untersucht werden, ob die neurovegetativen Beschwerden von der Konstitution, von einer Neurose oder von einer schleichend beginnenden und noch nicht diagnostizierten organischen Erkrankung verursacht wurden, da die Entscheidung, welcher dieser Ursachen die Beschwerden zuzuordnen sind, häufig "vom augenblicklichen Stand und der Art des Krankheitsverlaufes und der diagnostischen Methodik abhängig (ist)" (POLZIEN 1965).

Um einen Vergleich mit den bisherigen Untersuchungen angelsächsischer Autoren zu ermöglichen, sollte außerdem die Frage geprüft werden, wie sich die Zahl der neurovegetativen Beschwerden und die Stärke der Reaktion zu den Ergebnissen psychologischer Skalen der "Manifesten Angsttenden" und der "Neurotischen Tendenz" verhält.

Als letztes sollte die methodische Frage geprüft werden, ob man elektromyographisch unterschiedliche Innervationsmuster erhält, wenn man als "leichte Belastung" die Ausführung einer einfachen motorischen Aufgabe verwendet? Steigern sich die Unterschiede zwischen Patienten mit vielen und wenigen Beschwerden, wenn man die Ausführung dieser motorischen Aufgabe erschwert?

2. ZUSAMMENSETZUNG DER PATIENTENGRUPPE

Um eine möglichst homogene Patientengruppe zu erhalten, beschränkten wir uns auf junge erwachsene Männer. Die Gesamtzahl betrug $N = 30$; Das mittlere Alter $\bar{X} = 30,2$ Jahre; die Standardabweichung der Altersverteilung $\sigma = 5,6$ Jahre. 27 Patienten unserer Untersuchungsgruppe befanden sich stationär in der Medizinischen Poliklinik Würzburg. Drei Patienten befanden sich zur stationären Beobachtung in der Neurologischen Universitätsklinik Würzburg. Bei keinem unserer Probanden war ein organisches Hirnleiden oder eine

psychotische Erkrankung nachgewiesen, keiner litt an einer neuralen oder muskulären Erkrankung im Bereich der oberen Extremität. Im übrigen ist die Patientengruppe nicht nach besonderen Gesichtspunkten ausgesucht.

Tabelle A im Anhang zeigt die Enddiagnose und auffällige, vom behandelnden Arzt niedergelegte Symptome.

Bei der Aufzählung neurovegetativ bedingter Symptome in dieser Tabelle muß natürlich bedacht werden, daß ihre Zahl auch mit dem Interesse des untersuchenden Arztes variiert.

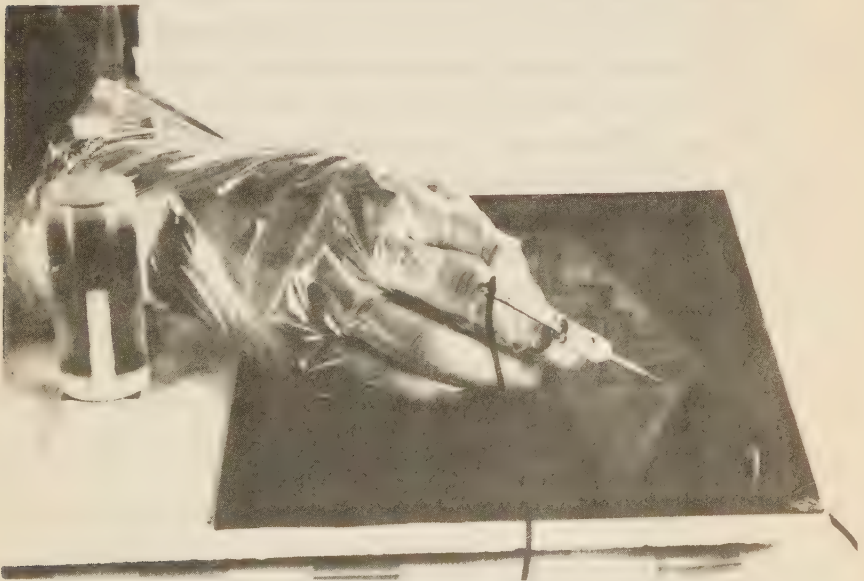
3. VERSUCHSANORDNUNG

Bei der Wahl der Methode, mit der eine "leichte Belastung" erzeugt werden sollte, versuchten wir drei Gesichtspunkte zu berücksichtigen: 1. Die unterschiedliche körperliche Leistungsfähigkeit der Patienten sollte keine Rolle spielen. 2. Es sollte möglichst vermieden werden, den Patienten Angst einzuflößen, oder sonstige stärkere Emotionen hervorzurufen. 3. Die Versuchsanordnung sollte auch Aufschluß über die motorische Koordination bei einer aktiven Bewegung geben.

Wir wählten daher eine einfache Fingergeschicklichkeitsaufgabe. Ähnlich der von EYSENCK verwendeten "track tracer", wurden drei Zeichenvorlagen geschaffen, die der Proband nachfahren sollte. Eine verkleinerte Wiedergabe der drei Zeichenvorlagen findet sich im Anhang. Die Ausführung der Aufgabe sollte von Versuch zu Versuch schwieriger werden, daher nimmt die Zahl der Wendungen zu, während die Breite der Zeichenspur von 10 auf 5 und 4 mm abnimmt. Damit die Bewegung möglichst ausschließlich aus dem Handgelenk heraus erfolgte, wurde der Unterarm dicht hinter dem Handgelenk fixiert und der Verlauf der Zeichenspur so gerichtet, daß er trotzdem im Aktionsradius der Finger blieb. Um die zum Fassen eines Stiftes nötige synergistische Aktivität von Flexoren und Extensoren des Unterarmes möglichst auszuschalten, befestigten wir den nur wenige Gramm

schweren Schreibstift auf dem Mittelfinger der rechten Hand. Wir hofften dabei gleichzeitig, wenigstens teilweise die Differenzen ausschalten zu können, die durch die unterschiedliche Gewöhnung der Patienten an Schreiben und Zeichnen erzeugt werden. Im Gegensatz zur Zeichenspur bestand die umliegende Fläche der Vorlage aus elektrisch leitendem Material. Geriet der Schreiber aus der Spur heraus, wurde zwischen dieser Oberfläche und dem metallischen Schreiber ein Stromkreis geschlossen und der Fehler auf einem Kanal des Polygraphen registriert. Um falsche Fehleranzeigen zu vermeiden, war die Hand des Probanden mit einem Gummihandschuh bekleidet.

Abbildung 1 zeigt die Versuchsanordnung beim ersten Versuch.



1. Versuch: die Instruktion lautete: "Versuchen Sie bitte, möglichst schnell diese Figur nachzufahren. Bemühen Sie sich dabei, mit dem Schreiber immer innerhalb der Spur zu bleiben und den Rand nicht zu berühren."

2. Versuch: Vor diesem Versuch bekamen die Probanden einen Kopfhörer aufgesetzt. Während der Ausführung des Versuches wurde ein mäßig unangenehmer, nicht schmerzhafter Ton dargeboten. Dieser Ton wurde mit einem Tonfrequenzgenerator erzeugt und beim Versuch von einem Tonband abgespielt. Die Frequenz des Tones variierte in 1-Minutenzyklen von 800 bis 2000 Hz. Die Ausgangsspannung am Tonerzeuger - und damit die Lautstärke - war jedesmal gleich und betrug etwa 0,2 V an 4Ω . Die Instruktion lautete: "Versuchen Sie bitte, auch diese Figur möglichst schnell nachzufahren, ohne mit dem Schreiber den Rand zu berühren. Während des Versuches werden Sie über den Kopfhörer ein mäßig unangenehmes Geräusch hören."

3. Versuch: Auch bei diesem Versuch wurde der Ton dargeboten. Die Instruktion lautete diesmal: "Sie sollen dieselbe Aufgabe ausführen, wie bei den beiden vorigen Versuchen. Sie werden auch das Geräusch wieder hören. Zusätzlich sollen Sie diesmal von Anfang bis zum Ende des Nachzeichnens von 100 rückwärts zählen, indem Sie immer zwei Zahlen abziehen. Also 100, 98, 96 usw."

Das Rückwärtszählen war von anderen Ausgangszahlen aus bereits bei den hier nicht beschriebenen ergographischen Versuchen ausgeführt worden und den Patienten daher vertraut. (Siehe II, 5) Sowohl die Geräuschkulisse, als auch die arithmetische Aufgabe war zu dem Zweck ausgewählt, die Aufmerksamkeit der Probanden zu teilen und dadurch die Ausführung der motorischen Aufgabe zu erschweren.

4. PHYSIOLOGISCHE UND PSYCHOLOGISCHE MESSMETHODIK

a) Elektromyographische Methodik

aa) Diskussion und Kritik

Während bei neurologischen und neurophysiologischen Fragestellungen fast ausschließlich Nadelelektroden zur Ableitung der Elektromyogramme dienen, die in die Muskel eingestochen werden, verwendet man bei psychophysiologischen Fragestellungen üblicherweise Plattenelektroden, die auf die Haut aufgelegt werden. Ihr Hauptvorteil besteht

darin, daß sie den Patienten kaum irritieren und in seiner Bewegung nicht behindern.

Die Oberflächenelektrode erfaßt ein Bild der Gesamtaktivität größerer Muskelbezirke und eignet sich daher zur Untersuchung von "Muskelspannung", nicht hingegen zur genauen Analyse der Innervation einzelner Muskelfasern. Einen ähnlichen Unterschied findet man bei den Verstärker- und Registriersystemen: da bei neurologischen und neurophysiologischen Fragestellungen häufig Vorgänge analysiert werden, die sich in wenigen Millisekunden abspielen, eignet sich als Registriersystem nur der trägheitsfrei arbeitende Kathodenstrahloszillograph. Bei den bisher durchgeführten psychophysiologischen Untersuchungen hingegen kam es meist darauf an, ein Bild der Muskelspannung über längere Zeitverläufe zu gewinnen. Man zog daher die Papierregistrierung oder ein Integratorsystem vor, das die mittlere Spannung der Muskelpotentiale während eines bestimmten Zeitraumes wiedergibt. Wegen ihrer Trägheit ermöglicht die Aufzeichnung durch eine mechanischen Schreiber auf Papier zwar keine adäquate Registrierung der Frequenz eines EMG. Es konnte aber nachgewiesen werden, daß bei schwacher oder mäßig starker Innervation eine lineare Beziehung zwischen der Kraft, die ein Muskel ausübt, und der mittleren Amplitude der Einzelimpulse im EMG besteht (MALMO in DAVIS 1959). Die erwähnten Untersuchungen bezogen sich auf isometrische Kontraktionen. LIPPOLD und BIGLAND (1954) untersuchten die Verhältnisse bei isotonischen Kontraktionen. Sie fanden eine direkte Proportionalität zwischen elektrischer Aktivität und Muskelspannung bei konstanter Geschwindigkeit der Bewegung. Zur Registrierung verwendeten sie Oberflächenelektroden und sowohl elektrische Integratorsysteme, als auch ein planimetrisches Verfahren. - Um eine Schätzung der Muskelspannung zu erhalten, lassen sich also Oberflächenelektroden verwenden und man kann es dabei vernachlässigen, daß die Haut als leitendes Medium die Muskelpotentiale verändert und vor allem die hochfrequenten Anteile herausfiltert (DAVIS, 1959).

Die Oberflächenelektromyographie mit Papierregistrierung wirft aber noch eine Reihe weiterer Probleme auf. Bei dem oben erwähnten Experiment von MALMO und bei ähnlichen Untersuchungen war die interindividuelle Streuung sehr groß. Beim gleichen Kraftaufwand konnte ein Proband doppelte oder dreifache Potentialhöhe von der eines anderen aufweisen. DAVIS zählt einige der Ursachen für diese interindividuellen Unterschiede auf: "Der Typ des Muskelgewebes - der Gebrauch des Muskels (isometrisch oder anders) - der Zustand des Muskels (normal, atrophisch oder hypertrophisch) - das Geschlecht des Probanden - der Grad der individuellen Kraftentfaltung - der Grad vorhandenen Schmerzes - die Zahl der Muskelfasern pro motorische Einheit - die Zahl der motorischen Einheiten - Stoffwechsel und Durchblutung." LIPPOLD beobachtete ferner, daß die Art der Elektrodenanbringung die Höhe der Potentiale beeinflusste. Schließlich kann auch die mechanische Registrierung das Ergebnis beeinflussen: wird der Ausschlag zu groß, registriert der Schreiber Verstärkungen nicht mehr linear. Sind jedoch die registrierten Ausschläge zu klein, bekommt man eine zu niedrige Aktivität, da kleinere Ausschläge wegen der Trägheit und Reibung des Systems nicht mehr geschrieben werden. Da die Amplituden stark wechseln, lassen sich diese Fehler nicht völlig ausschalten. Einzelne dieser Fehler werden dadurch ausgeglichen, daß man die mittlere Amplitude über längere Zeit betrachtet. Man zog außerdem die Folgerung, daß die Veränderungen, welche die Impulse unter verschiedenen Bedingungen durchmachen, wichtiger sind, als die absolute Größe der Impulse (DAVIS, 1959).

In jüngster Zeit befaßten sich GROSSMAN und WEINER (1966) mit der Kritik elektromyographischer Methoden. Aus ihrer Untersuchung sei noch ein weiterer Gesichtspunkt angeführt: wenn auch die Beziehung zwischen Kraftaufwand und elektrischer Aktivität meist annähernd linear ist, so findet man doch verschieden steile Regressionen bei verschiedenen Probanden, bei verschiedenen Muskeln desselben Probanden und eventuell sogar beim selben Muskel desselben Probanden zu verschiedenen Zeiten. Genauere Untersuchungen über die Verhältnisse stehen

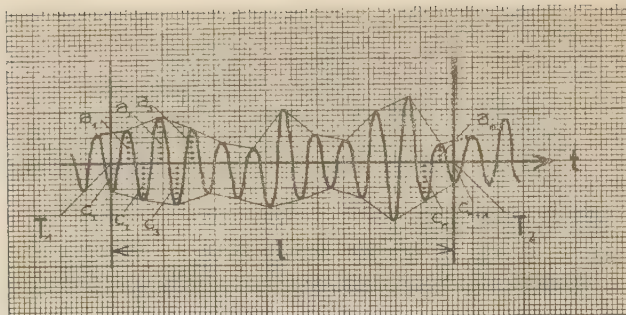
noch aus. Aus diesem Grund sind vor allen Untersuchungen über "response specificity" innerhalb des Muskelsystems vorsichtig zu beurteilen, da eine große Potentialänderung beim einen Muskel eine geringe, beim anderen eine große Zunahme der Spannung bedeuten kann.

bb) Eigene Methode

Registrierung der Myogramme: Die EMG wurden mit einem Schwarzer-Elektroencephalographen Typ E 521 registriert. Die Papiergeschwindigkeit betrug 30 mm/sec. Die "obere Grenzfrequenz" wurde auf 200 Hz eingestellt. Wir registrierten Myogramme von folgenden Muskeln: Von den Flexoren des rechten Unterarmes, von den Extensoren des rechten Unterarmes, vom rechten biceps brachii, von den Flexoren des linken Unterarmes und vom m. frontalis. Bei der Lokalisation der Elektroden richteten wir uns nach der Vorschrift von DAVIS. Als Elektroden dienten Silberplättchen mit rund 10 mm ϕ , die folgendermaßen befestigt wurden: zunächst wurde ein Stückchen Naturschwamm mit Elektrodenpaste getränkt und auf die sorgfältig mit einem Alkohol-Äther Gemisch entfettete Haut aufgelegt. Darüber wurde die Elektrode gelegt, darüber wiederum ein Stückchen Naturschwamm, das schwach angefeuchtet war. Elektrode und Schwämmchen wurden nun mit einem breiten Streifen Leukoplast (manchmal auch mit einer elastischen Binde) auf der Haut befestigt. Auf diese Weise konnte das Austrocknen der Elektrodenpaste während des Versuches verhindert und gleichzeitig durch die Elastizität des Schwämmchens der Sitz der Elektrode verbessert werden. Als Erdelektrode verwendeten wir ein gebräuchliches Modell.

Auswertung der Myogramme: ¹⁾ Es interessierte die mittlere Amplitude der elektromyographischen Ausschläge innerhalb größerer zeitlicher Intervalle, d.h. EMG-Abschnitte.

1) Für die Unterstützung bei den folgenden Überlegungen danke ich recht herzlich Herrn Dr. rer.nat.hab. W. EICHHORN vom Mathematischen Institut der Universität Würzburg.



Figur 1

F = Inhalt der von der Kurve eingeschlossenen Fläche

l = Länge des Zeitintervalles zwischen den Zeitpunkten T_1 und T_2

A = mittlere Amplitude

$a_1, a_2 \dots a_n, c_1, c_2 \dots c_n, c_{n+1}$ = Abstände der Ausschläge von der t - Achse (Zeitachse)

Unter der mittleren Amplitude A im Zeitintervall eines EMG-Abschnittes zwischen den Zeitpunkten T_1 und T_2 der t - Achse (Zeitachse; siehe Figur 1) verstehen wir den mittleren Abstand der Ausschläge (nach oben und unten) von der t - Achse, d.h.

$$(1) \quad A = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n + c_1 + c_2 + \dots + c_{n+1}}{2n} \quad (\text{siehe Figur 1})$$

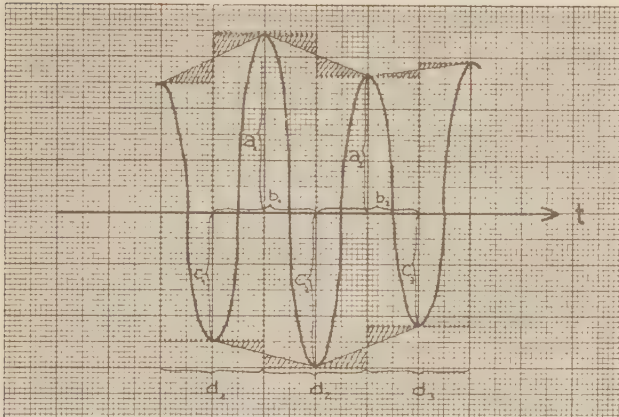
Zur Vereinfachung der Bestimmung von A wurden - wie in Figur 1 ersichtlich - die Extrema des interessierenden EMG-Abschnittes gradlinig miteinander verbunden. Der Inhalt F der von dem so gewonnenen Streckenzug umschlossenen Fläche wurde mit Hilfe eines Planimeters bestimmt. Aus diesem Inhalt F ergibt sich unter der näherungsweise erfüllten Voraussetzung, daß die Zeitstrecken $b_1, b_2 \dots b_n, d_1, d_2 \dots d_{n+1}$ (siehe Figur 2) einander gleich sind, daß also:

$$(2) \quad b_1 = b_2 = \dots = b_n = d_1 = d_2 = \dots = d_{n+1} = s$$

ist, die mittlere Amplitude A in einem größeren Zeitintervall der Länge l :

$$(3) \quad A = \frac{F}{2 \cdot l}$$

($l = n \cdot s$, also die Länge des Zeitintervalles zwischen T_1 und T_2)



Figur 2

Beweis:

Wie man sich an Hand von Figur 2 - man betrachte die schraffierten Dreiecke - leicht überlegen kann, gilt bei den von uns gewählten grossen Intervalllängen l bis auf einen sehr kleinen prozentualen Fehler:

$$F = a_1 b_1 + a_2 b_2 + \dots + a_n b_n + c_1 \frac{d_1}{2} + c_2 \frac{d_2}{2} + \dots + c_n \frac{d_n}{2} + c_{n+1} \frac{d_{n+1}}{2}$$

nach (2) gilt dann:

$$= (a_1 + a_2 + \dots + a_n) s + \left(\frac{c_1}{2} + c_2 + \dots + c_n + \frac{c_{n+1}}{2} \right) s$$

$$= \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} \cdot l + \frac{c_1 + c_2 + \dots + c_n}{n} \cdot l$$

$$= \left(\frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} + \frac{c_1 + c_2 + \dots + c_n}{n} \right) \cdot l$$

= $2Al$; d. h. umgeformt:

$$A = \frac{F}{2 \cdot l} \quad \text{qu. e. d.}$$

Die Voraussetzung, daß alle Strecken b gleich sind, trifft natürlich , nicht exakt zu. Wir nehmen aber an, daß die Schwankungen innerhalb eines integrierten Stückes klein und zufällig verteilt sind.

Integriert man über Kurvenstücken von $c = 30-90$ mm, dann beträgt der Auswertungsfehler nach unseren Erfahrungen etwa 20 (bei größeren Flächen evtl. 40) mm^2 . Werten wir über eine Sekunde aus ($= 30$ mm) und nehmen eine mittlere Peakamplitude von 10 mm an, dann haben wir nach obiger Formel eine Fläche von 600 mm^2 bestimmt. Der Auswertungsfehler beträgt also etwa 3,5 %. Nehmen wir hingegen eine mittlere Amplitude von nur 3 mm an, dann ist die Fläche 180 mm^2 . Da der absolute Auswertungsfehler bei der Bestimmung dieser Fläche nicht wesentlich kleiner ist, beträgt er hier 11 %. Der prozentuale Auswertungsfehler wird also umso größer, je kleiner die Fläche ist. Folglich darf l nicht beliebig verkleinert werden.

Eine wesentliche Verbesserung dieses Verfahrens ließe sich erzielen, wenn die Kurven vor der Auswertung photographisch vergrößert würden.¹⁾

b) Psychodiagnostische Methodik

aa) Diskussion und Kritik

Neben der Anamnese, die im nächsten Abschnitt besprochen wird, ließen wir drei psychologische Fragebogen ausfüllen. Diese Verfahren sollen kurz diskutiert werden.

Vor allem in Amerika hat sich in den letzten Jahren das Interesse der experimentellen Persönlichkeitsforschung verstärkt dem Problem der "Angst" zugewandt. In den Jahren 1960 und 1962 z.B. wurden in den "Psychological Abstracts" 287 Aufsätze über "Angst" gegenüber 51 Arbeiten 1944 und 1946 referiert (COHEN). Soweit es sich nicht um tierexperimentelle Untersuchungen handelt, werden dabei weitaus am häufigsten Fragebogen zur Untersuchung des Persönlichkeitszuges "Angst-

1) LIPPOLD beschrieb (1952) eine Methode der mechanischen Integration, bei der die Fläche unter der Kurve bestimmt wurde.

tendenz" verwendet. Die bekannteste dieser Skalen ist die TAYLOR MANIFEST ANXIETY SCALE (= MAS).

Man bemüht sich mit Hilfe dieser Fragebogen zu schätzen, welche Bedeutung Angstreaktionen im Erleben des Patienten einnehmen. Im allgemeinen geht man bei der Konstruktion solcher Fragebogen von Fragen aus, deren positive Beantwortung hoch mit dem Urteil von Psychiatern über die "Angsttendenz" des Probanden korreliert ¹⁾. - Es ist im Rahmen einer experimentellen Untersuchung nicht möglich, die Diskussion über die Begriffe "Angst" und "Neurotische Tendenz" zu referieren. Diese Diskussion bezieht sich vor allem auf die Frage, ob man einen einheitlichen Persönlichkeitszug "Angsttendenz" oder "Neurotische Tendenz" annehmen dürfe (siehe CATTELL und SCHEIER 1961, EYSENCK 1958). Wichtiger ist in unserem Zusammenhang, was derartige Fragebogen aussagen.

Meist werden Fragen der "Angst-" bzw. der "Neurotischen Tendenz" mit sogenannten "Lügenskalen" kombiniert, die eine Tendenz zur Verfälschung des Ergebnisses aufdecken sollen. Manchmal sind auch "Korrekturskalen" beigelegt, die eine "Selbstbeschönigungstendenz" aufdecken sollen. - Betrachtet man nur die "Angstskalen", so entdeckt man drei Typen von Fragen: Die einen fragen nach Symptomen, die im allgemeinen neurovegetativ verursacht werden, z.B. "Ich bemerke selten Herzklopfen bei mir und komme auch nur selten außer Atem" (ja - nein) (SAARBRÜCKENER LISTE). Die anderen fragen nach Situationen, in denen sich der Proband möglicherweise unwohl fühlt z.B. "Ich habe oft das Gefühl gehabt, daß ich so vielen Schwierigkeiten gegenüberstehe, daß ich sie nicht überwinden könnte." (SAARBRÜCKENER LISTE). Eine dritte Kategorie von Fragen befaßt sich mit Eigenschaften oder Gewohnheiten z.B. "Ich neige dazu, Enttäuschungen so schwer zu nehmen, daß ich sie mir nicht aus dem Kopf schlagen kann". (SAARBRÜCKENER LISTE). - Das Maß der "Angsttendenz" bzw. "Neurotischen Tendenz" ist dann die Summe der Fragen, die so beantwortet werden, wie man es von Leuten mit Angst erwartet.

1) Skalen der "Angsttendenz" pflegen hoch mit solchen der "Neurotischen Tendenz" zu korrelieren (COHEN), beide Skalenarten sind ähnlich konstruiert und messen etwa dasselbe, was hier über die einen ausgeführt wird, gilt auch von den anderen.

Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß ein derartiges Maß sich nicht zur Klärung psychiatrischer Diagnosen verwenden läßt, was die Testautoren auch zugeben. Ein hohes Ergebnis auf diesen Skalen kann seine Ursache in der Konstitution, in einer Angstneurose, aber eventuell auch in einer eher psychotischen Erkrankung, etwa einer "vegetativen Depression" haben. COHEN außerdem weist darauf hin, daß sich aus den Faktorenanalysen im Institut von CATTELL - die zeigten, daß die Ergebnisse von Angstfragebogen auf verschiedene, voneinander unabhängige Faktoren zurückzuführen sind, - schließen läßt, daß mittelhohe Fragebogen-Ergebnisse bei verschiedenen Personen durchaus Verschiedenes bedeuten können. Weiterhin führt er als sozialpsychologischen Einwand gegen die Fragebogenverfahren an, daß sich die positive Beantwortung von "Angstfragen" z. T. durch die Tendenz erklären läßt, "sozial wünschenswerte" (social desirable) Verhaltensweisen zu zeigen.

Trotz der Schwierigkeit ihrer Interpretation sind Fragebogenverfahren bei experimentellen Untersuchungen sehr beliebt. Sie sind leicht anwendbar und erfordern keine Spezialkenntnisse des Untersuchers. Die Ergebnisse bestehen in Zahlenwerten und können daher statistisch bearbeitet werden. Schließlich besitzen Fragebogenverfahren eine hohe Wiederholungszuverlässigkeit ("retest - reliability")¹⁾. Man kann also erwarten, daß dieselbe Person zu verschiedenen Zeiten annähernd denselben Gesamtwert erreicht.

Die Frage nach der Aussagekraft ("validity") eines Fragebogens wird üblicherweise an einem "Außenkriterium" gemessen. SPREEN prüfte z. B. die Übereinstimmung der Ergebnisse seiner "SAARBRÜCKENER LISTE" mit der Beurteilung der "Ängstlichkeit" von Patienten durch Psychiater und untersuchte außerdem, ob klinisch diagnostizierte Neurotiker einen signifikant höheren Wert erreichen, als eine unausgeselektierte Studentengruppe.

1) SPREEN fand bei einer Gruppe von N = 19 Probanden nach 8 Tagen eine Wiederholungszuverlässigkeit von $r = 0,914$. Bei einer anderen Gruppe (N = 12) nach 5 Monaten $r = 0,735$.

Eine andere Möglichkeit der Validitätsprüfung besteht darin, Fragebogenergebnisse an andere psychologische Laborergebnisse anzulehnen (KERRICK, 1955 et al.). Man nennt diese Art der Validität "inter-test validity". Den hohen Fragebogenwert eines Probanden könnte man bei dieser Art der Prüfung dahingehend interpretieren, daß er eine gewisse Wahrscheinlichkeit ausdrückt, daß dieser Proband auf Belastungen, (-wie sie im Literaturteil dieser Arbeit beschrieben wurden-) mit einer überhöhten Reaktion antworte.

Bei beiden Arten der Validitätsprüfung erhält man allerdings für Persönlichkeitsfragebogen der beschriebenen Art meist nur Korrelationskoeffizienten bis zu +0,5 (SPREEN, KERRICK).

bb) Eigene Methode

Anamnese: Jeden unserer Patienten fragten wir ausführlich nach Beschwerden im Bereich der Skelettmuskulatur. Als Vorlage der Anamnese wurde eine Übersetzung der Beschwerdeliste verwendet, die CAMERON (1944) aus den Beschwerden von Angstneurotikern zusammenstellte. CAMERON teilte die Beschwerden in solche ein, die primär, sekundär und tertiär mit hoher Muskelspannung einhergingen. Die primären sind: Händezittern, Zittern der geschlossenen Augenlider, Zittern der Knie, "innerliches Zittern". Für jede dieser Art von Beschwerden und außerdem für die Angabe, der Patient habe manchmal das Gefühl, er stehe nicht fest und er habe manchmal Zähneklappern, ohne daß ihm kalt sei, verrechnete ich drei Punkte. - Zu den sekundären Beschwerden rechnet CAMERON Ermüdungserscheinungen, Schwäche (hier schlossen wir Beschwerden aus, die in Zusammenhang mit der organischen Erkrankung aufgetreten waren), Steifheitsgefühl im Gesicht und an den Extremitäten, Nackenschmerzen, Kopfschmerzen, v.a. ein dumpfes Gefühl auf dem Kopf und das Gefühl der Kopf werde zusammengepreßt. Bei derartigen Beschwerden verrechnete ich zwei Punkte. - Als tertiäre Beschwerden gibt CAMERON an: Plumpheit der Hand und Fußmotorik, Träume, man falle; Gliederzucken beim Schlafengehen, Gesichtstics, Unregelmäßigkeit der

Phonation u. ä. Bei dieser Art von Beschwerden verrechnete ich je einen Punkt. Wurde die Angabe gemacht, Beschwerden träten nur selten auf, verrechnete ich statt dessen einen halben Punkt. Auf diese Weise wurde ein grobes quantitatives Maß der Beschwerden im Bereich der Skelettmuskulatur gewonnen. - Es wurde außerdem nach Herzbeschwerden gefragt, ausgewertet wurde aber nur die Antwort auf die Frage "Bekommen Sie leicht Herzklopfen, auch wenn Sie sich nicht körperlich anstrengen?"

Fragebogen: - Die Probanden beantworteten drei psychologische Fragebogen: 1.) die SAARBRÜCKENER LISTE mit einer "Angstskala", einer "Korrekturskala" und einer "Lügenskala". Dieser Fragebogen ist im wesentlichen eine deutsche Bearbeitung der bereits erwähnten "Manifest Anxiety Scale" von TAYLOR. Bei der Neuvalidierung dienten dem Testautor (O. SPREEN 1961) Einschätzungen von Psychiatern und Psychotherapeuten als Außenkriterium, ferner der Vergleich zwischen einer unausgelesenen Gruppe von Studenten und einer Gruppe klinisch diagnostizierter Neurotiker. - Auf der Angstskala ist ein Ergebnis von 30 ab nicht mehr als normal zu betrachten.

2.) Der MMQ (MAUDSLEY MEDICAL QUESTIONNARY) von EYSENCK mit einer Skala der "Neurotischen Tendenz" (Grenzwert = 15) und einer Lügenskala.

3.) Der MPI (MAUDSLEY PERSONALITY INVENTORY) ebenfalls von EYSENCK mit einer Skala der "Neurotischen Tendenz" (Grenzwert = 30) und einer der "Extraversion".

Die beiden zuletzt aufgeführten Fragebögen sind bei klinischen und experimentellen Untersuchungen in Deutschland schon längere Zeit gebräuchlich. Es liegen eine Reihe von Untersuchungen vor, die hier nicht im Einzelnen referiert werden sollen (EYSENCK, NEUMANN-KERN, SCHAUER, POLZIEN).

5. VERSUCHSDURCHFÜHRUNG

Die meisten unserer Probanden wurden mit dem Auto von der Medizinischen Poliklinik in die Neurologische Klinik gebracht. Wir begannen den Versuch mit dem Anlegen der Elektroden, das etwa 20 Minuten in Anspruch nahm. Dann wurde die Anamnese durchgeführt. Danach führten wir ein Experiment aus, bei dem die Probanden unter verschiedenen Bedingungen mit einem Fingerergographen bis zu 4 kg schwere Gewichte zu heben hatten. Dieser Versuch nahm etwa eine halbe Stunde in Anspruch. Er wird noch gesondert beschrieben.

Danach kam der hier referierte Versuch, der wieder rund 20 Minuten dauerte. Die Fragebogen füllten die Probanden am gleichen Tag, jedoch nach ihrer Rückkehr in die Medizinische Poliklinik aus.

Die Patienten wurden über den Zweck der Untersuchung nicht aufgeklärt, bevor der gesamte Versuch beendet war.

III. ERGEBNISSE

1. ANAMNESE UND FRAGEBOGEN:

Für jeden der 30 Patienten wurde nach der "SAARBRÜCKENER LISTE" die "Angsttendenz" (im Folgenden als A_s bezeichnet), die "Korrekturskala" (K_s), die "Lügentendenz" (L_s), und nach dem "MMQ" die "Neurotische Tendenz" (N_q) und die "Lügentenden" (L_q) bestimmt. Aus dem "MPI" wurde wiederum ein Maß für die "Neurotische Tendenz" (N_i) gewonnen, ferner eines für "Extraversion" (E). Außerdem bestimmten wir auf die in Teil II angegebene Weise ein Maß für die "Beschwerden im Bereich der Skelettmuskulatur" (M).

Tabelle 1 gibt die Mittelwerte und Standardabweichungen ¹⁾ der Patienten für die genannten Skalen wieder. Tabelle B₁ im Anhang zeigt die Einzelwerte.

Tabelle 1:

	M	A_s	K_s	L_s	N_q	L_q	N_i	E
$\bar{x}$	7, 90	27, 13	9, 73	4, 67	15, 53	8, 33	22, 50	22, 23
σ	4, 17	9, 88	2, 85	1, 96	5, 98	3, 06	11, 14	8, 67

$\bar{x}$ = Arithmetisches Mittel der Werte aller Patienten.

σ = Standardabweichung.

M = "Beschwerden im Bereich der Muskulatur", A_s = "Manifeste Angsttendenz", K_s = "Korrekturskala", L_s = "Lügenskala" der "Saarbrückener Liste". N_q = "Neurotische Tendenz" nach dem MMQ, L_q = "Lügenskala" des MMQ. N_i = "Neurotische Tendenz" nach dem MPI. E = "Extraversion".

Der Mittelwert für die "Manifeste Angsttendenz" liegt nur um 3 Punkte unter der Grenze, der Mittelwert für die "Neurotische Tenden" (N_q)

1) Nachweis der statistischen Methoden siehe letzte Seite des Anhanges.

liegt sogar leicht über der Grenze, von der ab nach den Testautoren (EYSENCK, SPREEN) das Ergebnis nicht mehr als normal betrachtet werden kann. Der Mittelwert für die "Lügentendenz" (L_q) ist nicht nennenswert höher als der, den NEUMANN-KERN (1957) bei Untersuchungen an männlichen deutschen Jugendlichen gefunden hat. Die Werte aller Skalen streuen beträchtlich. Die Standardabweichung beträgt jeweils zwischen 1/3 und 1/2 des Mittelwertes. Für den Zweck unserer Untersuchung, bei der jeweils Patienten mit stärkerer solchen mit schwächerer "Tendenz" gegenübergestellt werden sollen, ist eine breite Verteilung günstig.

Es wurden nun Korrelationskoeffizienten (Produkt - Moment Korrelationen ¹⁾ zwischen sämtlichen Skalen errechnet. Außerdem bestimmten wir die "biserale" Korrelation ²⁾ um die Beziehung der Skalen zur Bejahung und Verneinung der Frage "Bekommen Sie leicht Herzklopfen?" zu klären. Tabelle 2 gibt diese Korrelationen wieder.

Tabelle 2:

	N_q	N_i	A_s	K_s	L_s	L_q	M	E	H
N_q	-								
N_i	<u>+ .623</u>	-							
A_s	<u>+ .758</u>	<u>+ .721</u>	-						
K_s	<u>- .608</u>	<u>- .593</u>	<u>- .636</u>	-					
L_s	<u>- .147</u>	<u>- .275</u>	<u>- .406</u>	<u>+ .379</u>	-				
L_q	<u>- .334</u>	<u>- .302</u>	<u>- .358</u>	<u>+ .465</u>	<u>+ .771</u>	-			
M	<u>+ .740</u>	<u>+ .518</u>	<u>+ .542</u>	<u>- .481</u>	<u>- .016</u>	<u>- .353</u>	-		
E	<u>- .434</u>	<u>- .148</u>	<u>- .397</u>	<u>+ .021</u>	<u>- .029</u>	<u>+ .024</u>	<u>- .205</u>	-	
H	<u>+ .41</u>	<u>+ .14</u>	<u>+ .30</u>	<u>- .12</u>	<u>- .15</u>	<u>- .10</u>	<u>+ .59</u>	<u>+ .04</u>	-

Korrelationen (Produkt-Moment Korrelationskoeffizienten) zwischen den Skalen, Koeffizienten bei den $p < 0.05$ wurden einmal, solche, deren Zufallswahrscheinlichkeit $p < 0.01$ unterschreitet, zweimal unterstrichen. In der letzten Zeile finden sich die "biserale" Koeffizienten zwischen den Skalen und der Antwort auf die Alternativfrage "Bekommen Sie leicht Herzklopfen?" (= H). N und N_i = "Neurotische Tendenz". A_s = "Manifeste Angsttendenz". K_s = "Korrekturskala", L_s und L_q = "Lügenskalen". M = "Beschwerden im Bereich der Skelettmuskulatur". E = "Extraversionsskala".

1) u. 2) Formel nach MITTENECKER

Besprechung der wichtigsten Korrelationen: - Es wurde bereits diskutiert, daß verschiedene Skalen zur Erfassung der "Neurotischen Tendenz" und der "Angsttendenz" weitgehend dasselbe erfassen und meist mit über +0,70 miteinander korrelieren (COHEN).

Eine recht hohe negative Korrelation zwischen der Angstskaala und der "Korrekturskaala" fand man auch in Amerika für die Taylor Manifest Anxiety Scale", welche der "Saarbrückener Liste" zugrunde liegt (KERRICK). Diese Beziehung deutet darauf hin, daß Patienten mit einer höheren "Angsttendenz" eine geringere Neigung haben, sich selbst in einem günstigen Licht erscheinen zu lassen. Das ließe sich auf zweierlei Weise interpretieren: man könnte annehmen, daß selbstkritische Menschen im Fragebogen eine vergleichsweise zu starke "Angsttendenz" zeigen, oder aber daß eine stärkere "Angsttendenz" die Neigung fördert, sich selbst kritisch zu sehen. Nur im ersten Fall wäre es sinnvoll, den K_s - Wert zur Korrektur des A_s - Wertes heranzuziehen, wie es vom Testautor vorgeschlagen wurde. Wir verzichteten daher auf eine derartige Korrektur.

Ähnlich interpretieren ließen sich die negativen Korrelationen zwischen den "Lügenskalen" und denen der "Neurotischen Tendenz" beziehungsweise der "Angsttendenz". Diese Beziehung wurde auch bei anderen deutschen Untersuchungen gefunden (NEUMANN - KERN, SCHAUER)¹⁾.

Überraschend hoch ist die Korrelation zwischen unserer Skala der "Beschwerden im Bereich der Skelettmuskulatur" ($\bar{M}$) und den Skalen A_s , N_q und N_1 . Sie erklärt sich teilweise wohl aus der bereits beschriebenen Konstruktion der psychologischen Skalen, die vegetativen und allgemein "neuropathischen" Beschwerden ein großes Gewicht beim Zustandekommen der Ergebnisse einräumen.

Patienten, welche angaben, sie bekämen leicht Herzklopfen, haben im allgemeinen auch ein höheres Maß auf unserer "M" - Skala. Vielleicht hängt das damit zusammen, daß sich "neuropathische Beschwerden"

1) Nach POLZIEN sind gerade bei klinischen Populationen "Lügenpunkte" häufig als verkappte "Neurotizismuspunkte" zu werden (1964, pg. 146 f.).

häufig in diesen beiden Systemen des Organismus gleichzeitig bemerkbar machen, was nicht verwunderlich wäre, da die nervöse Herzsteuerung mit der Aktivierung der Skelettmuskeln eng zusammenhängen muß. Vielleicht ist auch ein psychischer Faktor ausschlaggebend - eine unterschiedliche Bereitschaft der Patienten, derartige Beschwerden anzugeben. Auf jeden Fall können wir wegen dieses positiven Zusammenhanges die Patienten nicht zur Untersuchung der "response specificity" einteilen in solche, die mehr mit dem Herzen und solche, die mehr mit der Muskulatur reagieren. Vielleicht wäre eine derartige Differenzierung möglich, wenn man versuchte, auch die Intensität und Häufigkeit der Beschwerden zu fassen.

2. ERGEBNISSE DER MOTORISCHEN VERSUCHE

a. Ausführungszeit und Fehlerzeit

Die Zeit, welche ein Proband zum Durchfahren einer Zeichenvorlage benötigt, wurde mit der Stopuhr gemessen und - jeweils auf ganze Sekunden gerundet - notiert. Wir benannten diese Zeit "Ausführungszeit". Die Fehlerzahl erwies sich als ungünstiges Maß der Fehlerhaftigkeit der Ausführung, da die Probanden teilweise mit dem Schreiber am Rande der leitenden Fläche hinglitten, wodurch eine große Zahl sehr kurzer Ausschläge registriert wurden. Daher wurde die Gesamtzeit, welche sich der Schreiber außerhalb der Zeichenvorlage befand als "Fehlerzeit" registriert.

Tabelle 3 gibt die Mittelwerte und die Extremwerte der Ausführungszeit und der Fehlerzeit für die drei Versuche wieder.

Tabelle 3:

AUSFÜHRUNGSZEIT				FEHLERZEIT		
Versuch	I	II	III	I	II	III
Mittel	7,5	20,4	24,8	0,28	1,39	2,17
Max. Stb.	3 - 12	13 - 35	13 - 45	0 - 0,8	0 - 5,3	0 - 5,4

Mittelwerte und maximale Streubreite der Ausführungszeit und der Fehlerzeit in Sekunden.

Zur Untersuchung der Frage, wieweit die Ausführungszeiten, bzw. Fehlerzeiten aller drei Versuche insgesamt miteinander korrelierten, wurde der Konkordanzkoeffizient W nach KENDALL errechnet ¹⁾.

Für die Fehlerzeiten beträgt $W = 0,55$ ($p < 0,02$). Bei der Ausführungszeit beträgt $W = 0,74$ ($p < 0,01$). Das bedeutet für die Ausführungszeit eine starke und auch für die Fehlerzeit eine recht klare Übereinstimmung der Leistungen in den drei Versuchen. Man kann daraus schließen, daß die zusätzliche Belastung durch das Geräusch und die arithmetische Aufgabe die Verteilung der Leistungen unserer Probanden nicht wesentlich änderte.

Um die Beziehungen der Ausführungszeiten zu den Fehlerzeiten zu prüfen, wurde für jeden Versuch ein Korrelationskoeffizient errechnet. Die SPEARMAN'sche Rangkorrelationskoeffizienten ²⁾ zwischen Ausführungszeit und Fehlerzeit betragen für den ersten Versuch $r_s = -0,48$ ($p < 0,01$), für den zweiten Versuch $r_s = -0,27$ (nicht signifikant) und für den dritten Versuch $r_s = -0,48$ ($p < 0,01$). Diese negativen Beziehungen deuten darauf hin, daß einige unserer Probanden eher langsam und sorgfältig gearbeitet haben, andere schnell und ungenau.

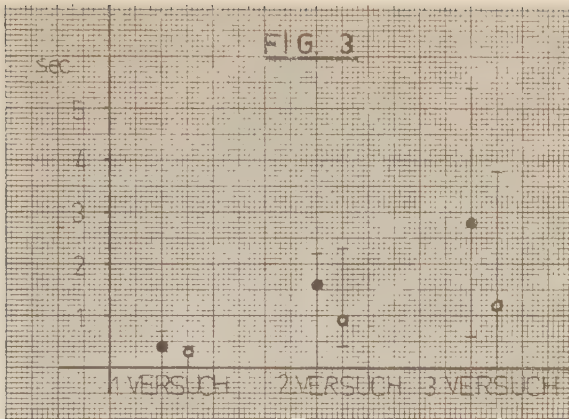
Zwischen der Ausführungszeit und den Ergebnissen der Fragebogen sowie der Anamnese ließen sich keine Zusammenhänge erkennen. Die Beziehung zwischen langsamer Ausführung und starker "Neurotischer Tendenz", die wir nach den Untersuchungen von EYSENCK (1958) erwarteten, konnten wir nicht nachweisen.

Bei der Fehlerzeit fanden wir folgende Verhältnisse: vergleicht man die Zeiten der 9 Patienten mit den höchsten "M" - Werten mit den Zeiten der 9 Patienten mit den niedrigsten "M" - Werten, dann finden sich von Versuch zu Versuch wachsende Unterschiede, die sich aber statistisch (mit dem verteilungsfreien WILCOXON-WHITE Test ³⁾) nicht sichern lassen. In Figur 3 sind diese Unterschiede graphisch dargestellt.

1) Formel nach MITTENECKER

2) Formel nach LIENERT

3) Formel nach PFANZAGL



Darstellung der unterschiedlichen Fehlerzeiten. Mediane der 9 Patienten mit den höchsten (●) und mit den niedrigsten (○) "Muskelbeschwerden" - Werten. Die Striche geben die maximale Streubreite innerhalb der Gruppe wieder.

Es soll nun bei den Werten aller Probanden der Zusammenhang zwischen Fehlerzeit und Fragebogenergebnissen untersucht werden. Dabei scheint die Korrelationsstatistik weniger geeignet, da der Zusammenhang möglicherweise nur in einem bestimmten Bereich besteht. Man könnte z.B. hypothetisch annehmen, daß bis zu mittelgroßen Fehlerzeiten eine positive Korrelation zu den Fragebogenergebnissen bestünde, daß aber sehr große Fehlerzeiten durch ganz andere Faktoren ausgelöst wurden und daher nicht unbedingt mit hohen Fragebogenwerten einhergingen. Ähnliche Überlegungen bestimmten das statistische Vorgehen bei der Auswertung der anderen experimentellen Daten.

Um die Fehlerzeit mit den Fragebogenergebnissen in Beziehung zu setzen, teilten wir daher für jeden Versuch unsere Probanden in drei Gruppen mit kleinen, mittleren und großen Fehlerzeiten ein. Dann prüften wir varianzanalytisch (mit der Rangvarianzanalyse nach KRUSKAL - WALLIS ¹⁾), ob die Fragebogen- und Anamnesewerte dieser Gruppe sich voneinander unterscheiden. Es fanden sich keine signifikanten Unterschiede. Die Tabellen F_1 und F_2 des Anhangs zeigen die Mittel-

1) Formel nach PFANZAGL

werte der Fragebogen- und Anamneseergebnisse dieser Gruppen.

b. Die Impulse der Extensoren und Flexoren des rechten Unterarmes

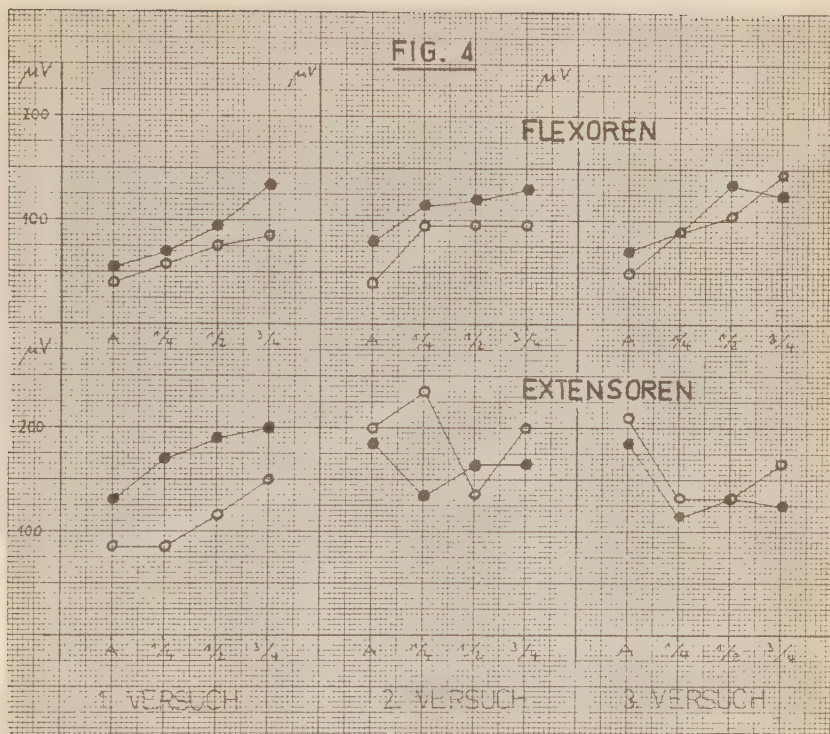
Um eine Bewegung im Handgelenk auszuführen, wie sie für unsere Nachzeichenaufgaben erforderlich war, müssen Flexoren und Extensoren des Unterarmes antagonistisch innerviert werden. Um etwas festzuhalten und um das Handgelenk beim Zeichnen zu fixieren, ist eine synergistische Aktivität nötig. Um diese zweite Funktion möglichst gering zu halten, befestigten wir den nur wenige Gramm schweren Zeichenstift am Mittelfinger. Da die Bewegung mit einer starken Deflexion des Handgelenkes beginnt und mit einer starken Flexion endet, erwarteten wir während eines Versuches eine allgemeine Verstärkung der Flexoraktivität und eine allgemeine Verminderung der Extensoraktivität. Während sich die Aktivität der Beugerimpulse erwartungsgemäß verhielt, zeigte sich jedoch bei den Streckerimpulsen meist keine eindeutige Tendenz, manchmal auch eine allgemeine Verstärkung. Möglicherweise hängt dieser Befund mit der bereits erwähnten allgemeinen Verstärkung von Muskelpotentialen vom Anfang bis zur Vollendung einer psychologischen Aufgabe zusammen (DAVIS 1937, SMITH 1953, BARTOSHUK 1955 et al.).

Um bei unterschiedlichen Ausführungszeiten wenigstens etwa vergleichbare Werte zu erhalten, bestimmten wir die mittlere Aktivität der Muskelimpulse während jeweils einer Sekunde am Anfang, nach $1/4$, $1/2$ und $3/4$ der Ausführungszeit jedes Probanden ¹⁾.

Figur 4 zeigt die Mediane der Muskelimpulse der 9 Patienten mit höchsten und der 9 Patienten mit den niedrigsten A_s - Werten getrennt für die Flexoren und für die Extensoren. Die Unterschiede zwischen den beiden Patientengruppen sind in keinem Fall statistisch signifikant (WILCOXON-WHITE Test) ²⁾.

1) Rohwerte siehe Tabelle C und D im Anhang. - Eine nennenswerte Korrelation zwischen der Höhe dieser Muskelimpulse und der Ausführungs- oder Fehlerzeit ließ sich nicht finden.

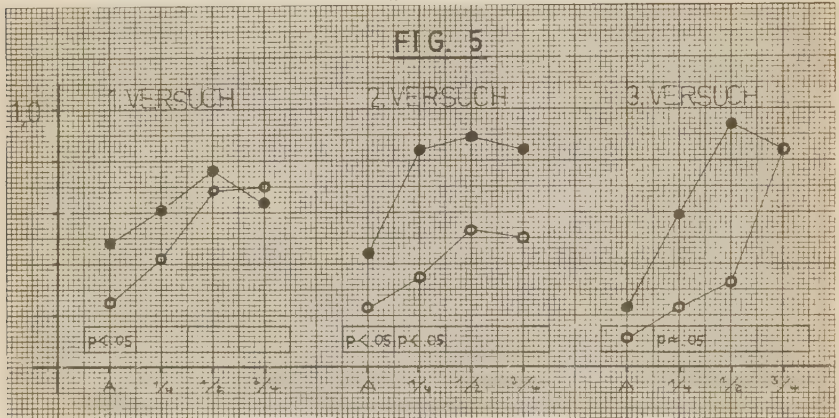
2) Formel nach PFANZAGL



Darstellung der elektrischen Aktivität der aktiven Flexoren und Extensoren. - Mediane der 9 Patienten mit der höchsten (—●—) und mit der niedrigsten (---○---) "Angsttendenz". Jeder markierte Punkt gibt die mittlere Amplitude (in μV) während einer Sekunde am Anfang (= A), nach 1/4, 1/2, 3/4 der Ausführungszeit wieder. Die oberen Kurven zeigen die Impulse der Flexoren, die unteren die der Extensoren jeweils für die drei Versuche.

Wie sich aus Figur 4 sehen läßt, liegen die Mediane der Patienten mit den höchsten A_s - Werten bei den Extensoren höher, bei den Flexoren dagegen niedriger als die entsprechenden Mediane der Patienten mit den niedrigsten A_s - Werten. Diese Unterschiede lassen sich zwar statistisch nicht sichern, veranlaßten uns aber, neben den absoluten Impulsen auch das Verhältnis zwischen Beuger- und Streckerinnervation zu betrachten. Dividieren wir die Beugerimpulse durch die jeweiligen

Streckerimpulse, dann erhalten wir einen Quotienten, der erwartungsgemäß während eines Versuches zunimmt. Figur 5 zeigt die Mediane dieser Quotienten wiederum für die 9 Patienten mit den niedrigsten und die 9 Patienten mit den höchsten A_s - Werten.



Darstellung der Quotienten Beugerinnervation : Streckerinnervation
Mediane der Patienten mit der höchsten (—●—) und mit der niedrigsten (---○---) "Angsttendenz". In den Kästchen unter den Kurven ist jeweils das Signifikanzniveau angegeben, wenn sich die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen an dem entsprechenden Punkt im WILCOXON-WHITE Test als signifikant erwiesen.

Wie man vor allem an den Ergebnissen der Signifikanzprüfung sehen kann, ist der Unterschied zwischen dem Patienten mit hohen und denen mit niedrigen " A_s - Werten" beim ersten und zweiten Versuch am größten am Anfang, beim zweiten und dritten Versuch auch nach dem ersten Drittel der Ausführungszeit.

Um die Werte aller Probanden in die Auswertung einzubeziehen, wurden - wie bei der Fehlerzeit - je drei Gruppen gebildet, mit großen, mittleren und kleinen Quotienten am Anfang jedes Versuches.

Dann wurde wieder mit der Rangvarianzanalyse nach KRUSKAL-WALLIS ¹⁾ geprüft, ob die Fragebogenergebnisse und die Anamneseergebnisse dieser drei Gruppen sich signifikant voneinander unterscheiden.

1) Formel nach PFANZAGL

Tabelle F₃ des Anhanges zeigt die Mittelwerte der Fragebogen- und Anamneseergebnisse dieser Gruppen. Tabelle F₄ die entsprechenden Werte für die Probandengruppen, die nach der Größe der Quotienten nach dem ersten Drittel der Ausführungszeit gebildet sind.

Die Fragebogen- und Anamnesewerte der Gruppen mit den jeweils kleinsten Quotienten am Anfang der Versuche sind deutlich kleiner als die der Gruppen mit den größeren Quotienten. Statistisch sichern ließ sich dieser Unterschied für den ersten Versuch bei den Skalen N_i und N_q und für den zweiten Versuch bei der Skala N_i. Die gleichen Verhältnisse erscheinen weniger deutlich nach 1/3 der Ausführungszeit. - Allgemein formuliert: Patienten mit höheren Fragebogenergebnissen hatten meist am Anfang der Versuche bei deflektiertem Handgelenk einen höheren Anteil Flexorinnervation.

c. Die Impulse des rechten Biceps brachii und der Flexoren des linken Unterarmes

Die Impulse des Biceps verstärkten sich meist vom Anfang bis kurz vor dem Ende der Versuche recht kontinuierlich. Wir konnten jedoch keine Beziehung zwischen der elektrischen Aktivität dieses Muskels und der Fehlerzeit, der Ausführungszeit oder den Fragebogenergebnissen finden.

Auch die Potentiale der Flexoren des ruhig liegenden linken Unterarmes stiegen während des Versuches meist kontinuierlich an. Sie waren aber meist recht schwach und überstiegen selten 50 μ V. Da außerdem die Erdelektrode auf der anderen Körperseite - am rechten Oberarm - befestigt war, zeigten diese Impulse häufig EKG - Artefakte und andere störende Einflüsse. Wir verzichteten daher auf eine quantitative Auswertung.

d. Die Beziehungen der Muskelpotentiale des aktiven Armes untereinander

Die elektrische Aktivität zahlreicher ruhender Muskelgruppen steigt wie die der aktiven Muskel während der Ausführung motorischer Aufgaben an,

die Steilheit des Anstieges bei verschiedenen Muskeln korreliert aber im allgemeinen kaum miteinander. Eine Ausnahme können die Muskeln des aktiven Armes bilden, die meist positiv miteinander korrelieren (BARTOSHUK 1955).

Der Zusammenhang zwischen dem Anstieg der Aktivität der drei von uns untersuchten Muskeln des rechten Armes sollte auf folgende Weise bestimmt werden: es wurde beim ersten Versuch - da hier die Innervationsverhältnisse am einfachsten waren - nach 5/6 der Ausführungszeit die mittlere Aktivität über eine Sekunde bestimmt. Durch diesen Wert wurde die am Anfang des Versuches gewonnene Aktivität dividiert¹⁾. Die Rangkorrelationen zwischen diesen Indices des Aktivitätsanstieges betragen für Flexoren und Extensoren + 0,44 ($p < 0,05$), die Korrelation zwischen Biceps und Extensoren + 0,74 ($p < 0,01$) und die Korrelation zwischen Biceps und Flexoren + 0,48 ($p < 0,05$). Erstaunlich ist an diesem Ergebnis die signifikante Korrelation zwischen dem Aktivitätsanstieg von Flexoren und Extensoren, da diese Muskelgruppen auf die Bewegung antagonistisch wirken. Die verschiedenen Muskelpotentiale eines Patienten zeigen also eine deutliche Übereinstimmung der Steigtendenz, die vielleicht entsprechend den Befunden BARTOSHUKs der "Aktivation" zuzuschreiben ist.

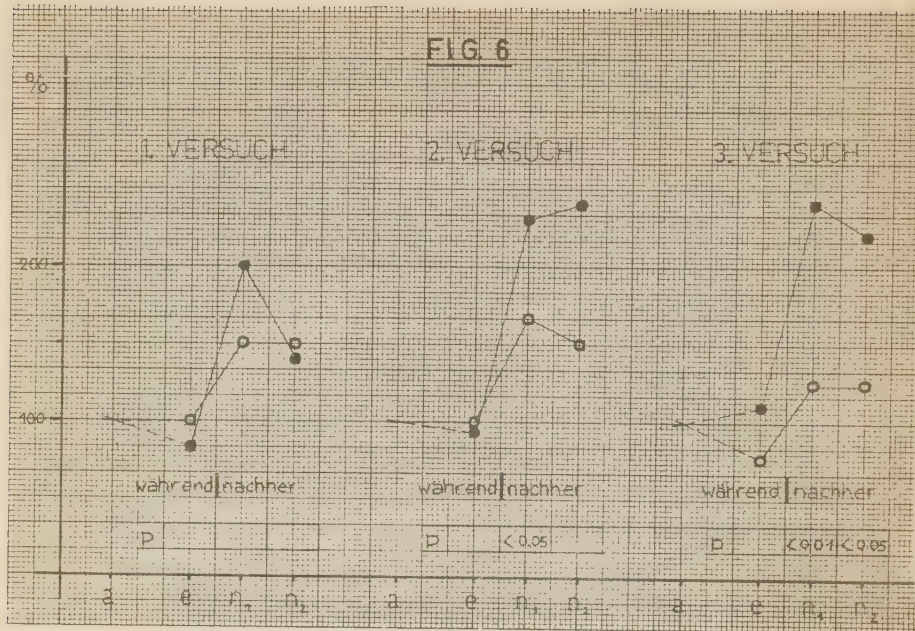
e. Die Impulse des m. frontalis

Die elektrische Aktivität des Frontalis unterschied sich von der der bisher besprochenen Muskel. Während die Impulse dieser sich meist während der Versuche verstärkten, um nach Beendigung sofort wieder abzuflachen, beobachteten wir beim Frontalis selten einen deutlichen Anstieg während des Versuches. Unmittelbar nach Beendigung der Aufgabe aber verstärkten sich die Impulse häufig stark. Diese Aktivität zeigte meist einen "stoßweisen" Charakter, wobei die Aktivitätsschübe von 0,1 bis mehrere Sekunden dauern konnten. In einzelnen Fällen beobachteten wir diese verstärkte Aktivität bis zu 60 Sekunden lang.

1) Der so bestimmte Anstieg der Muskelimpulse während eines Versuches zeigte keinen Zusammenhang mit der Ausführungs- oder Fehlerzeit und keinen mit den Fragebogenergebnissen.

Möglicherweise hängt dieser Innervationsverlauf damit zusammen, daß die Probanden während des Versuches den Blick nach unten auf die Zeichenvorlage gerichtet hatten und ihn nach Beendigung hoben, wobei es zu einer stärkeren Kontraktion der mm. levatores palpebrarum und m. frontalis kommt. Dieser Innervationsverlauf kam aber auch zustande, wenn wir die Probanden anwiesen, nach Ende des Versuches weiter auf die Zeichenvorlage zu blicken. - Quantitativ wurden die Frontalisimpulse folgendermaßen ausgewertet: es wurde die mittlere Amplitude über jeweils drei Sekunden am Anfang und am Ende eines Versuches, ferner während der ersten und zweiten drei Sekunden nach Beendigung eines Versuches bestimmt. Die Unterschiede zwischen Patienten mit hohen und niedrigen "M"-Werten (oder Fragebogenwerten) zeigen sich am deutlichsten, wenn man die Innervationsänderungen betrachtet. Dazu setzten wir bei jedem Probanden die Messung am Anfang eines Versuches = 100 % und drückten die drei folgenden Messungen in Prozent dieses Wertes aus. Ein Verzeichnis der Einzelwerte findet sich in Tabelle E des Anhangs ¹⁾. Figur 6 zeigt die Mediane der so behandelten Frontaliswerte für die 11 Patienten mit den größten und die 11 Patienten mit den kleinsten "M"-Werten.

1) Prüft man mit dem Konkordanzkoeffizienten, wie weit diese relative Frontalisinnervation bei den 3 Versuchen übereinstimmt, erhält man für den Wert am Ende der drei Versuche $W = 0,41$ (nicht signifikant) für die ersten drei Sekunden nachher $W = 0,51$ ($p < 0,05$) und für die zweiten 3 Sekunden nachher $W = 0,48$ (nicht signifikant, $p < 0,10$).



Darstellung der relativen Aktivität des m. frontalis. - Es sind die Mediane der 11 Patienten mit den höchsten (—●—) und der 11 mit den geringsten (—o—) "Muskelbeschwerden" - Werten angegeben. Jeder markierte Punkt zeigt die mittlere Innervation während drei Sekunden am Anfang (= a), am Ende (= e), während der ersten 3 Sek. nach Beendigung (= n₁), während der zweiten 3 Sek. nach Beendigung (= n₂) eines Versuches. Die Werte e, n₁ und n₂ sind in Prozent des jeweiligen Wertes a = 100 dargestellt. - In den Kästchen unter den Kurven ist das Signifikanzniveau angegeben, wenn sich die Unterschiede zwischen den beiden Patientengruppen im WILCOXON-WHITE Test als signifikant erwiesen.

In diesem Falle konnten außerdem die Werte aller Probanden (soweit die jeweiligen Registrierungen auswertbar waren, N betrug maximal = 28) mit den entsprechenden Fragebogenergebnissen korreliert werden. In Tabelle 4 sind die wichtigsten Korrelationen zwischen den relativen Frontaliswerten und den Fragebogen- und Anamnesewerten wiedergegeben. Die Rangordnungen nach der N₁-Skala und nach der N_q-Skala wurden zu einer zusammengefaßt.

Tabelle 4:

	1. VERSUCH			2. VERSUCH			3. VERSUCH		
	e	n ₁	n ₂	e	n ₁	n ₂	e	n ₁	n ₂
M			(-.26)		<u>+.50</u>	(+.30)	(+.27)	<u>+.55</u>	(+.32)
A _s		+.42				+.38		(+.30)	+.45
N _{i+q}		(+.26)			+.36	(+.24)		+.38	

Die wichtigsten SPEARMAN'schen Rangkorrelationen zwischen den Frontaliswerten und den Fragebogen- und Anamneseergebnissen. - e = Innervation am Ende eines Versuches, n₁ und n₂ = Innervation in den ersten und zweiten 3 Sek. nach Beendigung eines Versuches. Alle Werte sind als Prozentwerte der Innervation am Anfang eines Versuches verrechnet. Nicht signifikante Korrelationen wurden in Klammern aufgeführt. Korrelationen bei welchen $p < 0,01$, sind unterstrichen. Für die übrigen Korrelationen ist $p < 0,05$.

Beide Arten der Auswertung zeigen, daß sich Patienten mit hohen und niedrigen Fragebogenwerten und hohen und niedrigen Anamneseergebnissen durch den Grad der Verstärkung der Frontalisinnervation in den ersten Sekunden nach Vollendung einer Aufgabe unterscheiden.

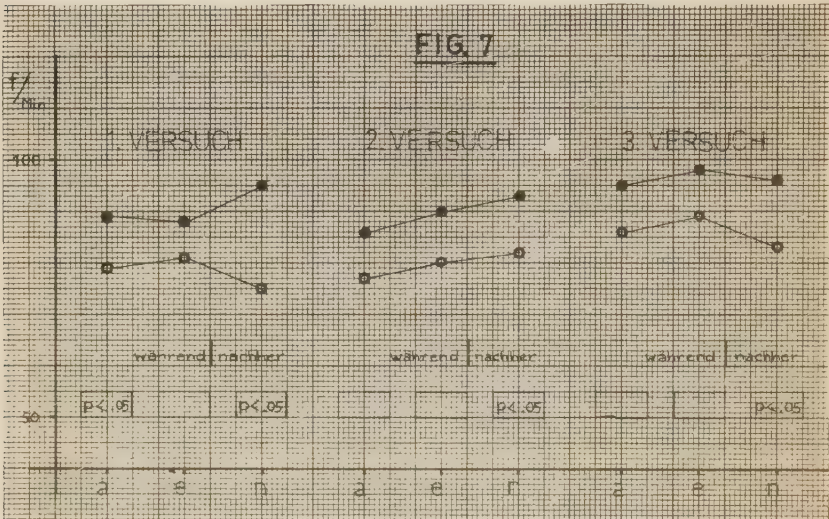
f. Die Herzfrequenz

Ogleich sich diese Arbeit hauptsächlich mit der Muskelinnervation befaßt, wurde zum Vergleich eine vegetative Variable, die Herzfrequenz, mitregistriert. Durch Zusammenschalten von Abzweigungen der Muskel-elektroden des rechten und linken Armes wurde eine EKG - Ableitung gewonnen, aus der sich die Schlagfrequenz des Herzens nach den Abständen der R - Zacken bestimmen ließ. Es wurde die Herzfrequenz am Anfang, am Ende und 10 Sekunden nach Beendigung eines Versuches aus dem Mittelwert von je drei Herzzyklen berechnet ¹⁾.

1) Wir fanden bei keinem Patienten eine stärkere respiratorische Arrhythmie.

Rohwerte siehe Tabelle B 2 des Anhanges

Figur 7 zeigt die Mediane der Herzfrequenz der Patienten, die anamnestisch angaben, sie bekämen leicht Herzklopfen (N = 15; einer hatte ein organisches Herzleiden) und die Mediane der Patienten, die meinten, sie bekämen nicht leicht Herzklopfen (N = 15).



Darstellung der Herzfrequenz (= Herzschläge pro Minute). - Die Kurven zeigen die Mediane der Patienten, die angaben, sie bekämen leicht Herzklopfen (—●—) und die der Patienten, die meinten, sie bekämen nicht leicht Herzklopfen (—○—). Die Herzfrequenz wurde jeweils aus drei R - R Abständen einer EKG-Ableitung errechnet. a = Anfang e = Ende, n = 10 Sekunden nach Beendigung eines Versuches.

Auffallenderweise treten auch hier - wie bei der Frontalisinnervation - die klarsten Unterschiede zwischen den beiden Patientengruppen bei der Messung nach Beendigung der jeweiligen Aufgabe auf.

Wir teilten nun zur weiteren Auswertung die Probanden in je drei Gruppen ein, je nachdem ob sie 10 Sekunden nach einem Versuch eine höhere, eine niedrigere oder etwa die gleiche Herzfrequenz hatten wie am Anfang des Versuches. Es wurde dann wieder varianzanalytisch geprüft, ob die Fragebogenergebnisse dieser Gruppe sich voneinander unterscheiden. Probanden, deren Herzfrequenz nach dem ersten Versuch abnimmt, zeigen signifikant die niedrigste "Angsttendenz" und "neurotische

Tendenz" (im MMQ). Probanden, deren Herzfrequenz nach dem zweiten Versuch abnimmt, zeigen signifikant die niedrigsten Werte in beiden Skalen der "Neurotischen Tendenz" sehr signifikant die niedrigsten "Angsttendenzwerte" (Tabelle F 5 im Anhang). Am Ende des dritten Versuches war die Herzfrequenz am höchsten, danach sank sie fast allgemein ab, daher war hier ein derartiger Effekt nicht nachzuweisen. Allgemein formuliert: 1. Patienten, die anamnestisch angaben, sie bekämen leicht Herzklopfen, hatten am Anfang des ersten Versuches und 10 Sek. nach allen drei Versuchen eine höhere Herzfrequenz, als Patienten, die das nicht angaben. - 2. Bei Patienten, die niedrige Fragebogenergebnisse aufwiesen, sank die Herzfrequenz weit häufiger in den ersten 10 Sek. nach einem Versuch ab, als bei Patienten mit hohen A_s , N_q und N_i - Werten.

IV. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Die Hauptaufgabe dieser Untersuchung bestand darin, Unterschiede in der Psychomotorik internistischer Patienten mit vielen und mit geringen "neuropathischen" Beschwerden zu finden. Wir versuchten diese Beschwerden im Bereich der Muskulatur anamnestisch zu fassen und zu quantifizieren. Es stellte sich heraus, daß diese "Muskelbeschwerden" hoch mit den Ergebnissen von Fragebogen der "neurotischen Tendenz" und der "Angsttendenz korrelierten (S.37)¹⁾. Damit konnten wir den Anschluß an ähnliche Untersuchungen gewinnen, die derartige Unterschiede zwischen Personengruppen mit hohen und niedrigen Fragebogenergebnissen nachgewiesen hatten (S. 8 und 16). Es fanden sich außerdem positive "biseriale Korrelationen" zwischen den Fragebogenergebnissen und der Antwort auf die Frage: "Bekommen Sie leicht Herzklopfen, auch wenn Sie sich körperlich nicht anstrengen?" Wir lassen die psychiatrischen und psychologischen Fragen nach der konstitutionellen oder lebensgeschichtlichen Genese beiseite, und stellen die Frage-

1) Es wird jeweils auf die Seite verwiesen, auf welcher der Befund dargestellt ist.

bogenergebnisse als grobes quantitatives Maß der "psychischen Belastbarkeit" der in der Anamnese erfragten "neurovegetativen Belastbarkeit" gegenüber. Da diese beiden Aspekte positiv miteinander korrelieren, seien sie in dieser Diskussion zu dem Begriff des "nervösen" Patienten zusammengefaßt. Alle untersuchten Variablen wurden auf die Frage hin geprüft, ob Unterschiede zwischen mehr und weniger nervösen Patienten bestehen.

Die Ausführungszeit und die Fehlerzeit stehen als Maß der "Ausführungsqualität" (der "performance quality" angelsächsischer Autoren). Die Untersuchungen an diesen beiden Variablen waren negativ: wir konnten keine Unterschiede gemäß dem Grad der Beschwerden finden. Dieses negative Ergebnis steht den positiven Befunden EYSENCKs entgegen (S. 8). Neben den Unterschieden in den untersuchten Populationen und Unterschieden in der Versuchsanordnung hängt diese Divergenz der Ergebnisse vielleicht mit den negativen Korrelationen zusammen, die wir zwischen Ausführungszeit und Fehlern fanden (S. 40). Sie deuten darauf hin, daß unsere Probanden die Instruktion unterschiedlich auffaßten; einige arbeiteten eher langsam und sorgfältig, andere schnell und ungenau. Dieser Befund weist gleichzeitig auf den Nachteil der "Ausführungsqualität" als Maß der Störung motorischer Koordination hin: sie ist zu sehr von der Willkür des Probanden abhängig. .

Bei der Betrachtung der Muskelpotentiale der Flexoren und Extensoren des aktiven Unterarmes fanden sich zunächst ebenfalls keine statistisch sicheren Unterschiede zwischen mehr und weniger nervösen Patienten. Erst nachdem wir einen Quotienten Flexorenaktivität / Extensorenaktivität gebildet hatten, ließ sich zeigen, daß die nervöseren Probanden am Anfang jedes Versuches bei maximal deflektiertem Handgelenk eine stärkere relative Flexoraktivität aufwiesen. Man kann diesen Befund interpretieren entweder mit einer stärkeren Tendenz, den Schreiber auf die Unterlage zu drücken, oder mit einer stärkeren Tendenz, das Handgelenk zu versteifen. Bei derartigen Interpretationen ist allerdings Vorsicht angebracht, da nicht die Gesamtaktivität eines Muskels erfaßt werden kann, da wir außerdem immer die mittlere Innervation über eine

ganze Sekunde erfassen - eine Zeitspanne, in der unterschiedliche Bewegungen ablaufen können, da schließlich beide Muskelgruppen zwischen Kontraktionskraft und elektrischer Aktivität möglicherweise unterschiedlich steile Regressionen aufweisen (S. 26). Wobei sich gegen diese Einwände wieder vorbringen läßt, daß sie beide Patientengruppen gleichmäßig treffen, daher möglicherweise keinen Einfluß auf Unterschiede zwischen ihnen haben. Schließlich leidet die Aussagekraft der statistischen Signifikanzen darunter, daß wir die Quotienten nachträglich zur Vereinigung nichtsignifikanter Tendenzen bei Beugern und Streckern gebildet haben. Immerhin kann man die Ergebnisse als Hinweis auf unterschiedliche Innervationsmuster aktiver Bewegungen bei "Nervösen" und "Normalen" auffassen.

Klarere Unterschiede zwischen nervöseren und weniger nervösen Patienten fanden sich bei den Impulsen des m. frontalis. Diese Unterschiede zeigten sich aber nicht während eines Versuches, sondern in einer Zeit der Verstärkung der Frontalispotentiale in den ersten Sekunden nach einem Versuch. Wir fanden Rangkorrelationen bis zu + 0,55 zwischen den "Muskelbeschwerden" und der relativen Frontalisinnervation in den ersten drei Sekunden nach einem Versuch (S.49). Dieses Ergebnis wird gestützt durch die Befunde MALMOs, daß die Frontalisinnervation am besten zwischen Neurotikern und Normalen differenzierte. MALMO (1950 b, DAVIS und MALMO 1954) fanden ferner, daß

"der am besten reproduzierbare Unterschied zwischen ängstlichen Patienten und einer Kontrollgruppe in der Nachreaktion ("after-response") besteht, die auf die Periode der reflektorischen Schreckreaktion (nach Einsetzen des Reizes - d. Übers.) folgt." (MALMO 1957, S. 282)

Da MALMOs Versuchsanordnungen von unserer stark abweichen, lassen sich die "Nachreaktionen" allerdings nicht direkt vergleichen. MALMOs Befund fand sich ursprünglich an der Unterarmmuskulatur und erstreckte sich über eine etwas kürzere Zeit (siehe S.15).

Eine Stützung der Befunde am m. frontalis brachte die Untersuchung einer vegetativen Variable: der Herzfrequenz. Wiederum fanden wir die deutlichsten Unterschiede zwischen den Patienten "die leicht Herzklopfen bekommen" und den übrigen 10 Sek. nach jedem Versuch (S.50).

Diese beiden konvergierenden Befunde deuten darauf hin, daß die auffälligsten Besonderheiten in der vegetativen und psychomotorischen Reaktion "nervöser Patienten" auf die leichte, unspezifische Belastung der Zeichenversuche jeweils kurz nach einem Versuch in Form von "Nachreaktionen" auftreten.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Eine unausgelesene Gruppe von 30 männlichen internistischen Patienten wurde nach "neuropathischen Muskelbeschwerden" wie z.B. Händezittern befragt und danach, ob sie leicht Herzklopfen bekämen. Diese Beschwerden korrelierten positiv mit der "Angsttendenz" beziehungsweise der "neurotischen Tendenz", die durch drei Fragebogen bestimmt wurde (MMQ, MPI und SAARBRÜCKENER LISTE).

Diese Patienten sollten drei Zeichnungen unter unterschiedlichen Bedingungen möglichst schnell und genau nachfahren.

Es fand sich kein Unterschied in der Versuchsausführung zwischen Patienten mit schwacher und starker Tendenz in den Fragebogen oder schwachen und starken Beschwerden.

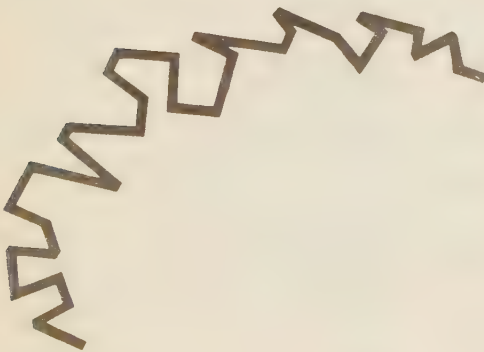
Hingegen fanden sich Hinweise auf Unterschiede im Verhältnis der Muskelaktionspotentiale des aktiven Unterarmes zueinander. Die "nervösen" Patienten hatten eine signifikant größere Nachreaktion der Potentiale des m. frontalis in den ersten Sekunden nach der Ausführung eines Versuches. Sie zeigten außerdem eine signifikant höhere Herzfrequenz 10 Sek. nach jedem Versuch.



I



II



III

Tabelle A:

Enddiagnosen und auffällige Symptome

Nr.	Geb. Dat.	Beruf	Wichtigste Diagnosen	auffällige Symptome
1	21. 2.32	Arbeiter	Fettleber, Bakterio- cholie, Hyperacidität, Alkoholabusus	starke Müdigkeit, Abgeschlagenheit, Händezittern, Herzstechen
2	1. 1.31	kaufm. Angest.	Toxoplasmose	Schlafstörungen
3	13.11.40	Bankkauf- mann	Leberverfettung, Hyper- bilirubinaemie	Schweißausbrüche, leichter feinschlä- giger Tremor
4	10. 5.36	Elektro- meister	Phaeochromocytom u. Cystenniere wurden ausgeschlossen	Flimmern vor den Augen, gelegentl. Muskelzittern, Tachykardien, Ma- genschmerzen
5	4.11.33	Schlosser	Diabetes mellitus, An- acidität, Bakteriocholie.	
6	10.10.43	Forst- schüler	Symptomatische Blut- druckerhöhung	
7	31.10.39	Schreiner	Vegetative Dystonie, orthostatische Be- schwerden	Im Frühjahr und Herbst nachts krampfartige Bauch- schmerzen mit veg. Begleiterscheinungen
8	24. 4.39	Schreiner	Coronarinsuffizienz, Fettleber	anginöse Beschwer- den
9	1. 1.45	Student	Gastroduodenitis, Ulcus duodeni	
10	20. 5.32	Schlosser	Diabetes mellitus, Gastroduodenitis	Schwächezustände
11	24. 8.31	Schlosser	Zustand nach Struma- operation, Fettleber, Harnwegsinfekt	
12	7. 2.29	Landwirt	Essentieller Hyperto- nus, leichte Leberver- fettung	Stechen in der Herz- gegend
13	29. 7.39	Drogist	Polyneuritis, Fett- leber	Neuritische Schmer- zen in den unteren Extremitäten

Tabelle A:

Nr.	Geb.Dat.	Beruf	Wichtigste Diagnosen	auffällige Symptome
14	9. 1.37	Monteur	Fettleber, Hypertonie Adipositas	
15	19.10.31	Kraft- fahrer	Ulcus ventriculi	
16	13. 3.25	Techn. Angest.	Vegetative Dystonie	Leichte Benommen- heit, Schwindelzu- stände, Globusgefühl im Rachen, De- pressionen
17	30.10.38	Polizist	Infektiöse Mononukle- ose mit Leberbeteilig.	Anfallsweise auftre- tend schnelles Herz- klopfen, Herzstechen, Einschlafst. "Ver- krampfungen hinter der Stirn". Ober- bauchbeschwerden
18	4. 6.27	Arbeiter	leichte Hyperthyreose, Subacidität, vegetative Labilität	verstärkte Reflexe beidseitig, Magen- schmerzen morgens
19	14.10.30	Gärtner		Magenbeschwerden, Erbrechen nach Mahl- zeiten, kurzdauernde Abwesenheitszu- stände, Tremor der rechten Hand, keine pathol. Reflexe
20	6. 6.46	Maler	essentieller Hyperton. Herzhypertrophie	Kopfschmerzen, Schwindelgefühle
21	18. 4.33	Kontrol- leur	Leberfibrose, vegeta- tive Labilität	Oberbauchbeschwer- den, Erbrechen
22	13.11.46	kaufm. Angest.	Vitium cordis, Adam Stockes Anfälle	Kopfschmerzen in der Stirngegend, feinschlägiger Affekttremor
23	25. 7.37	Koch	Fettleber, lat.Diabet. mellitus, Gallensteine Adipositas	manchmal Herzbe- klemmung und ver- stärktes Herzklopfen. Oberbauchbeschwer- den

Tabelle A:

Nr.	Geb. Dat.	Beruf	Wichtigste Diagnosen	auffällige Symptome
24	30. 1.37	Techn. Zeichner	Diabetes mellitus idiopath. Herzhyper- trophie	Herzstechen, Dyspnoe schon bei leichter körperli- cher Belastung
25	12.10.29	Schreiner	Essentielle Hyperbili- rubinaemie	Druckschmerzen i. d. Brust in kalter Jah- reszeit
26	31.12.35	Kaufmann	Harnwegsinfekt, labi- ler Hypertonus, Hyper- cholesterinaemie	Schwindelgefühle, Kopfschmerzen, Atemnot bei körper- licher Belastung
27	18.12.27	Angest.	Leberzirrhose, Unter- schenkelamput. li.	keine subjektiven Beschwerden, kaum Tremor
28	2. 1.41	Arbeiter	Fettleber	Nüchternschmerz im Oberbauch. Schmerzen im re. Oberbauch Orthostat. Beschwer- den
29	21. 4.29	Kaufm. Angest.	Chron. Hepatitis	Abgeschlagenheit Oberbauchbe- schwerden
30	20. 2.36	Gießer	labile Hypertonie Kopfschmerz	ziehende Schmerzen im Hinterkopf. Herz- klopfen, Angstge- fühle, Übelkeit

Tabelle B

1. Fragebogen und Anamnesewerte

2. Herzfrequenz

Nr.										I			II			III		
	A _s	N _i	N _q	L _s	L _q	K _s	E	M	H	A	E	N	A	E	N	A	E	N
1	27	38	26	6	10	10	27	16,5	+	67	65	-	67	63	-	76	69	-
2	30	30	13	3	6	8	34	5,0	+	68	65	65	73	71	71	79	84	87
3	43	24	26	5	9	7	2	11,0	+	128	128	128	126	123	121	121	123	126
4	32	34	16	2	2	8	32	11,0	+	89	86	-	77	79	78	79	86	-
5	14	12	14	4	8	11	24	5,0	-	69	76	70	77	79	71	79	91	84
6	21	24	11	6	12	12	12	2,5	-	62	62	56	67	74	66	66	86	67
7	14	10	9	7	12	15	23	4,0	+	96	95	83	84	88	84	95	98	78
8	35	34	21	3	6	7	12	9,0	-	84	86	84	84	80	86	89	93	86
9	29	24	8	4	13	11	36	3,0	-	51	51	53	66	64	56	69	72	58
10	13	8	4	4	8	15	20	5,0	-	96	106	102	97	122	122	108	122	96
11	31	34	21	6	11	5	14	11,0	-	67	67	65	64	69	82	69	75	74
12	26	8	12	2	9	11	34	3,0	-	73	104	82	73	80	93	82	89	85
13	45	46	20	2	7	11	16	7,0	+	112	112	126	93	110	117	120	123	112
14	21	28	8	6	10	9	30	2,0	-	80	82	77	84	89	90	78	92	83
15	12	2	6	4	8	11	28	1,0	-	71	70	75	72	77	74	86	87	73
16	33	34	15	4	6	11	30	15,5	+	100	95	96	82	93	96	100	87	96
17	33	20	21	8	13	12	10	9,0	+	82	80	95	104	90	93	96	114	118
18	35	22	17	4	7	8	24	6,0	-	90	89	97	89	90	90	100	104	95
19	43	36	23	5	6	3	22	18,5	+	96	95	96	97	90	95	97	100	97
20	22	24	15	7	11	9	26	5,0	-	86	89	96	100	96	84	90	102	87
21	27	28	18	6	9	10	30	7,5	+	87	84	88	92	98	93	93	106	95
22	18	20	17	4	5	10	29	8,5	-	81	77	72	77	87	78	87	85	76
23	35	16	18	3	5	7	16	10,5	+	89	88	88	89	88	87	86	97	89
24	23	24	17	7	9	9	22	11,0	+	115	115	114	110	115	112	112	115	108
25	14	16	11	3	5	8	22	7,0	-	62	63	66	71	67	65	71	61	73
26	11	0	6	9	16	14	30	6,5	+	60	66	64	61	70	64	71	83	66
27	33	24	16	5	9	9	11	8,0	-	87	95	84	84	106	92	97	126	93
28	28	12	22	5	5	12	28	10,5	+	87	90	94	72	102	96	100	104	78
29	21	10	11	6	9	14	13	7,0	-	79	81	75	83	81	80	89	87	79
30	45	33	24	0	4	5	10	10,5	+	77	77	85	86	83	90	87	93	79

A_s = "Manifeste Angsttendenz" (Saarbrückener Liste) N_i = "Neurotische Tendenz" (MPI). N_q = "Neurotische Tendenz" (MMQ). L_s = "Lügentendenz" (Saarbrückener Liste). L_q = "Lügen-tendenz" (MMQ). K_s = "Korrekturwert" (Saarbrückener Liste) E = "Extraver-sion" (MPI), M = "Muskelbeschwerden" H = positive oder negative Antwort auf die Frage "Bekommen Sie leicht Herz-klopfen..."

I, II, III = Nummer des Versuches
A = Herzfrequenz am Anfang, E = Herzfrequenz am Ende, N = Herz-frequenz 10 Sec. nach einem Ver-such. Die Herzfrequenz wurde je-weils aus den Abständen von 4 R-Zacken (= 3 Herzschläge) berech-net.

Tabelle C

Impulse der Exensoren des Unterarmes (in μV)

	I				II				III			
Nr.	A	1/4	1/2	3/4	A	1/4	1/2	3/4	A	1/4	1/2	3/4
1	55	90	55	45	95	175	40	65	145	170	80	80
2	175	135	125	115	105	110	110	135	105	105	80	80
3	265	300	185	200	350	-	135	-	-	-	-	-
4	75	60	115	110	135	125	100	100	50	55	50	40
5	300	300	350	365	200	315	400	535	315	235	285	300
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	165	235	165	285	215	250	235	295	185	215	250	165
8	65	65	130	165	55	100	70	145	50	50	80	110
9	130	105	105	100	140	145	135	145	145	150	155	110
10	135	100	150	265	200	235	200	200	65	100	135	165
11	45	25	45	200	135	85	85	100	65	60	85	115
12	335	435	-	465	380	335	140	355	265	300	265	135
13	330	330	385	300	300	435	435	400	385	365	315	300
14	40	65	75	80	40	95	95	85	25	75	80	120
15	75	65	35	50	200	135	135	115	185	115	100	115
16	65	45	35	45	55	80	55	80	120	55	40	55
17	135	85	95	95	215	145	120	85	160	100	105	80
18	215	240	375	400	185	425	425	375	400	400	600	465
19	135	65	100	65	200	135	165	165	165	135	135	165
20	150	125	150	160	160	125	115	115	115	130	100	85
21	65	75	80	50	435	230	230	265	335	165	165	235
22	115	115	115	35	200	115	65	35	160	60	65	55
23	85	85	60	85	235	115	135	135	200	115	85	100
24	65	60	65	75	200	165	65	100	235	135	165	135
25	245	155	90	90	245	135	65	45	245	135	65	65
26	165	185	185	365	535	335	300	335	400	235	265	485
27	155	155	135	200	265	180	290	355	200	290	490	535
28	45	45	50	85	175	160	105	95	160	80	75	65
29	135	145	180	200	155	220	135	65	210	120	90	100
30	65	90	100	150	165	140	140	220	185	115	135	125

I, II, III = Nummer des Versuches

A = mittlere Innervation am Anfang, 1/4 = mittlere Innervation nach ein viertel, 1/2 = mittlere Innervation nach der Hälfte,

3/4 = mittlere Innervation nach drei viertel eines Versuches.

Es wurde jeweils über eine Sekunde integriert.

Tabelle D:

Impulse der Flexoren des Unterarmes (in μV)

Nr.	I				II				III			
	A	1/4	1/2	3/4	A	1/4	1/2	3/4	A	1/4	1/2	3/4
1	50	65	135	40	50	100	85	20	60	155	75	65
2	50	45	70	90	25	45	45	55	25	40	40	75
3	135	145	160	175	80	105	80	95	80	185	175	185
4	55	115	80	115	55	135	160	130	15	55	145	85
5	135	200	215	265	115	245	270	210	80	200	200	255
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	80	200	175	215	65	200	185	215	45	215	245	200
8	120	125	200	200	45	185	80	175	45	50	75	95
9	115	105	60	60	110	120	100	60	65	140	80	90
10	45	110	175	335	100	100	100	165	35	65	135	165
11	90	70	220	355	20	40	155	295	40	95	75	150
12	195	280	295	295	65	245	325	245	55	165	275	250
13	115	135	145	145	135	235	155	220	65	65	110	155
14	40	65	75	80	40	95	95	85	25	75	80	120
15	20	25	25	35	15	25	40	65	20	25	35	105
16	30	40	60	40	40	65	55	80	20	55	55	80
17	65	85	55	65	15	40	35	80	15	50	45	80
18	35	70	105	125	120	100	105	115	55	135	170	190
19	65	45	90	45	80	80	90	45	45	65	45	45
20	-	-	-	-	40	100	85	-	45	65	90	65
21	-	-	-	-	85	40	85	125	25	40	40	65
22	80	-	-	85	80	135	55	95	25	135	95	55
23	40	45	55	55	95	115	120	115	45	67	100	100
24	40	55	85	70	40	45	60	95	40	95	85	105
25	45	55	55	75	35	30	45	15	20	15	20	20
26	35	35	70	85	35	45	115	95	20	40	65	140
27	60	70	100	105	35	95	120	150	15	125	185	235
28	10	10	20	15	20	15	20	25	10	10	15	25
29	10	10	20	40	15	20	30	35	10	20	25	30
30	-	-	-	-	175	355	420	510	210	380	420	440

I, II, III = Nummer des Versuches.

A = mittlere Innervation am Anfang, 1/4 = nach ein viertel,

1/2 = nach der Hälfte, 3/4 nach drei viertel eines Versuches.

Es wurde jeweils über eine Sekunde integriert.

Tabelle E

FRONTALIS

Nr.	Rohwerte (in μV - gemessen während der ersten 3 Sek. jedes Versuches)			Relative Innervation (in % der Innervation der ersten 3 Sek. jedes Versuches)								
	I	A II	III	I			II			III		
				E	N ₁	N ₂	E	N ₁	N ₂	E	N ₁	N ₂
1	9	9	6	83	200	-x)	83	266	-x)	125	300	-x)
2	3	2	5	67	234	100	100	200	200	120	160	140
3	9	12	10	83	267	234	62	162	250	57	171	229
4				nicht auswertbar								
5	16	13	19	145	136	291	67	89	67	62	169	69
6				nicht auswertbar								
7	8	14	14	100	200	167	80	90	100	80	100	100
8	11	11	12	82	200	156	89	234	200	110	210	110
9	2	2	4	100	100	100	100	100	150	50	125	175
10	6	6	9	67	133	167	67	100	100	79	240	220
11	75	37	44	75	122	81	170	230	240	83	167	55
12	11	22	20	100	240	230	150	133	310	37	125	187
13	5	9	14	125	275	250	100	120	140	80	147	133
14	20	27	47	67	133	345	25	192	158	114	52	29
15				nicht auswertbar								
16	8	3	4	86	386	234	150	300	500	150	300	200
17	4	8	15	117	259	125	86	107	100	267	289	278
18	4	6	14	100	220	800	75	213	163	71	150	157
19	4	5	9	80	120	160	57	228	143	50	200	234
20	4	4	12	100	166	166	200	166	133	78	78	110
21	3	14	18	58	175	108	90	310	80	38	200	131
22	4	3	4	133	117	133	260	160	120	100	100	80
23	21	6	6	96	169	254	100	500	600	500	325	700
24	-	3	12	x)			150	900	400	372	286	186
25	8	16	8	89	133	256	54	248	157	100	472	229
26	6	5	4	111	167	94	173	534	133	114	128	86
27	9	16	4	75	150	150	29	114	129	100	450	475
28	36	18	28	28	94	81	100	162	150	10	80	55
29	3	9	9	114	143	114	42	50	50	83	62	58
30	8	12	8	140	220	115	93	200	120	80	240	220

Der linke Teil der Tabelle gibt die durchschnittliche Frontalisinnervation während der ersten drei Sekunden jedes Versuches wieder (in μV). Der rechte Teil der Tabelle zeigt die mittleren Innervationsgrößen während des weiteren Verlaufes der Versuche in % des jeweiligen Anfangswertes.

I, II, III = Nummer des Versuches

A = mittlere Innervation am Anfang, E = mittlere Innervation am Ende,

N₁ und N₂ = mittlere Innervation während der ersten und zweiten drei Sekunden nach Beendigung eines Versuches.

Es wurde die mittlere Innervation über jeweils 3 Sec. bestimmt.

x) Die betreffenden Frontalisimpulse waren nicht auswertbar.

Tabelle F

Varianzanalysen: Mittelwerte und Signifikanzen

1) Fehlerzeit

Grenzen (Sec.)	I				II				III			
	Test ↓	≤ 0,1		> 0,4 Signif.	≤ 0,8		> 1,7 Signif.		≤ 1,5		> 3,0 Signif.	
A _S	26,6	24,2	32,6	-	25,4	27,3	28,3	-	22,4	30,4	28,9	-
N _i	22,1	17,3	27,4	-	24,7	16,7	23,8	-	19,1	22,8	20,0	-
N _q	14,6	16,2	15,4	-	14,1	15,0	15,4	-	13,0	17,5	15,4	-
M	8,6	7,1	7,2	-	6,3	7,4	8,9	-	7,0	9,1	6,9	-

2) Ausführungszeit

Grenzen (Sec.)	I				II				III			
	Test ↓	≤ 7		> 8 Signif.	≤ 17		> 25 Signif.		≤ 20		> 25 Signif.	
A _S	30,3	27,3	24,7	-	29,8	27,9	24,0	-	26,5	28,3	27,1	-
N _i	23,1	20,6	23,7	-	22,2	24,5	20,4	-	20,0	25,0	22,1	-
N _q	16,5	14,1	16,5	-	17,0	14,8	13,6	-	13,2	17,6	15,2	-
M	7,3	7,6	9,2	-	8,4	7,6	7,3	-	7,0	8,2	8,9	-

3) Quotienten Flexoren/Extensoren - Anfangswert

Grenzen	I				II				III			
	Test ↓	≤ 0,32		> 0,50 Signif.	≤ 0,20		> 0,40 Signif.		≤ 0,10		> 0,40 Signif.	
A _S	19,3	28,0	32,2	-	23,2	26,5	30,7	-	24,1	29,9	27,0	-
N _i	10,5	24,5	27,4	p < .02	14,0	25,0	27,9	p < .05	17,4	25,3	25,9	-
N _q	12,4	12,9	19,1	p < .05	14,5	15,4	16,5	-	13,5	16,3	16,6	-
M	7,0	7,1	10,3	-	7,0	8,3	9,3	-	6,3	9,9	8,1	(p < 0,1)

4) Quotienten Flexoren/Extensoren nach 1/4 Ausführungszeit

Grenzen	I				II				III			
	Test ↓	≤ 0,40		> 0,80 Signif.	≤ 0,40		> 0,80 Signif.		≤ 0,30		> 0,80 Signif.	
A _S	21,6	31,9	27,0	-	22,5	27,1	32,4	-	21,9	29,3	28,9	-
N _i	13,1	25,8	24,7	-	16,2	24,5	27,8	n. s.	18,0	21,2	27,0	-
N _q	12,3	18,1	14,7	-	13,7	15,7	17,0	(p < 0,1)	13,2	15,6	17,1	-
M	6,1	9,0	8,7	-	6,7	8,0	9,7	(p < 0,1)	6,3	8,1	9,5	-

5) Herzfrequenz

Test ↓	I				II				N = Zahl der Fälle
	Abnahme (N=9)	Zunahme (N=10)	(N=9)	Signif.	Abnahme (N=12)	Zunahme (N=9)	(N=8)	Signif.	
A _S	20,1	31,3	29,0	p < .05	21,0	27,1	36,4	p < .01	
N _i	16,0	25,6	22,5	-	17,0	20,9	30,6	p < .05	
N _q	11,3	16,8	17,1	p < .05	13,2	13,8	19,6	p < .05	
E	21,8	21,8	21,6	-	24,9	21,4	18,5	-	

Die Tabellen zeigen die Mittelwerte der Ergebnisse in den links angegebenen Skalen für die drei Gruppen, die jeweils varianzanalytisch verglichen wurden (Rangvarianzanalyse nach KRUSKAL WALLIS). Oben sind jeweils die Grenzwerte angegeben, bis zu denen ein Proband einer bestimmten Gruppe zugerechnet wurde; rechts der drei Mittelwerte das Signifikanzniveau der Unterschiede zwischen den drei Gruppen. - I, II, III = Nummer des Versuches, A_S, N_i, N_q, M, E, siehe vorne.

Herrn Professor Dr. med. P. Polzien danke ich sehr für die Überlassung des Themas sowie für seine Unterstützung bei der Fertigstellung der Arbeit.

Herrn Privatdozenten Dr. med. H. C. Hopf danke ich herzlich für die Anregung und Förderung bei der Durchführung der Untersuchungen.

Herrn Professor Dr. med. G. Schaltenbrand danke ich ergebenst für die mir gegebene Möglichkeit, die Arbeit in der Neurologischen Klinik durchführen zu können.

Herrn Professor Dr. med. H. Franke danke ich herzlich für die Erlaubnis, die Versuche mit Patienten der Medizinischen Poliklinik durchführen zu können, ferner danke ich für die Übernahme des Korreferates.

LITERATURVERZEICHNIS

- ARNOLD, M.B.: "A study in tension in relation to breakdown".
Pap. Amer. Congr. Gen. Semant., 1943, 2,
209 - 220
- BALSHAN, I.D.: "Muscle tension and personality in woman".
Arch. gen. Psychiat., 1962, 7, 436 - 448
- BALSHAN GOLDSTEIN, I.: "Physiological responses in anxious woman
patients".
Arch. gen. Psychiat. 1964, 10, 382 - 388
- BALSHAN GOLDSTEIN, I.: "Role of muscle tension in personality
theory".
Psychol. Bull., 1964, 61, 413 - 425
- BALSHAN GOLDSTEIN, I.,
R.R. GRINKER,
A.H. OKEN,
W.G. SHIPMAN: "Study in psychophysiology of muscle tension".
I. Response specificity."
Arch. Gen. Psychiat. 1964, 11, 322.- 330
- BARTOSHUK, A.K.: "Electromyographic gradients as indicants
of motivation".
Canad. J. Psychol., 1955, 9, 215 - 230
- BILLS, A.G. u.
C.BROWN: "The quantitative set"
J. exp. Psychol. 1929, 12, 301 - 323
- CAMERON, D.E.: "Observations on the patterns of anxiety"
Am. J. Psychiat. 1944, 101, 36 - 41
- CAMERON, D.E.: "Autonomy in anxiety"
Psychiat. Quart., 1944, 18, 53 - 60
- CANNON, W.B.: "Bodily changes in pain, hunger, fear and
rage"
New York, London, 1925
- CATTELL, R.B. and
I.H. SCHEIER: "The meaning and measurement of neuro-
ticism and anxiety".
New York, 1961
- COHEN, R.: Versuche zur Quantifizierung der Angst"
in DITHFURTH, H.v. "Aspekte der Angst".
Starnberger Gespräche 1964" Stuttgart 1965

- DAVIDOWITZ, J.,
A.N. BROWN-MEYERS,
R. KOHN,
L.L. WELCH u.
R. HAYES:
- "An electromyographic study of muscular tension".
J. Psychol. 1955, 40, 85 - 94
- DAVIS, F.H. u.
R.B. MALMO:
- "Electromyographic recording during interview".
Amer. J. Psychiat. 1951, 107, 908 - 916
- DAVIS, J.F.,
R.B. MALMO u.
C. SHAGASS:
- "Electromyographic reaction to strong auditory stimulation in psychiatric patients"
Canad. J. Psychol., 1954, 8, 177 - 186
- DAVIS, J.F.:
- "Manual of surface electromyography"
WADC Technical report 59 - 184, 1959. -
Republication of a report originally published by the US Army in 1952, under Contract No. DA - 49 - 007 - MD - 70.
- DAVIS, R.C.:
- "The realtion of muscle action potentials to difficulty and frustration".
J. exp. Psychol., 1938, 23, 141 - 158
- DAVIS, R.C.:
- "Patterns of muscular activity during mental work and their consistency"
J. exp. Psychol., 1939, 24, 451 - 465
- DAVIS, R.C.:
- "Motor effects of strong auditory stimuli"
J. exp. Psychol. 1948, 38, 257 - 275
- DAVIS, R.C. und
D.W. van LIERE:
- "Adaptation of the muscular tension response to gunfire".
J. exp. Psychol. 1949, 39, 114 - 117
- DAVIS, R.C.:
- "Motor responses to auditory stimuli above and below threshold"
J. exp. Psychol. 1950, 40, 107 - 120
- DUFFY, E.:
- "Activation and beheavior".
New York, 1962
- EASON, R.G. u.
C.T. WHITE:
- "Muscular tension, effort, and tracking difficulty: studies of parameters which affect tension level and performance efficiency".
Percept. mot. skills, 1961, 12, 331 - 372

- EIFF v., A.W.: "Der Einfluß seelischer Belastung auf Stoffwechsel und Muskeltonus"
Verh. dt. Ges. inn. Med. 58. Kongr. 1952
(Bergmann, München)
- EIFF v., A.W. u.
H.GÖPFERT: "Ausmaß und Ursachen der Energieumsatz-
Veränderungen bei geistiger Arbeit".
Z. ges. exp. Med. 1952, 120, 72 - 85
- EIFF v., A.W.: "Zentralnervöse Beeinflussung des Elektro-
myogramms"
Sonderdr. Verh. dt. Ges. inn. Med.
71. Kongr. 1965 (Bergmann, München)
- EYSENCK, H.J.: "Das Maudsley Medical Questionary (MMQ)"
- EYSENCK, H.J.: "Das Maudsley Personality Inventory (MPI)
als Bestimmer der neurotischen Tendenz
und Extraversion"
Göttingen 1959
- EYSENCK, H.J.: "The scientific study of personality"
London, 1958²
- FUSTER, J.M.: "Effects of stimulation of brain stem on
tachistoscopic perception".
Science, 1958, 127, 150
- GOLDSTEIN: siehe BALSHAN GOLDSTEIN
- GÖPFERT, H.,
A.BERNSMEIER u.
R.STUFLER: "Über die Steigerung des Energiestoff-
wechsels und der Muskelinnervation bei
geistiger Arbeit".
Pflügers Archiv, Bd. 256, 1953, 304 - 320
- GROSSMAN, W.J. u.
H.WEINER: "Technical contributions: some factors
affecting the reliability of surface electro-
myography"
J. psychosom. Med. 1966, 28, 78
- HASSLER, R.: "Limbische und diencephale Systeme der
Affektivität und Psychomotorik"
in Hoff, H. et al. (Hrsg.) "Muskel und
Psyche",
Symp. Wien 1963, pp 3 - 33. Basel,
New York 1964
- HESS, W.R.: "Die physiologische Grundlage der Psycho-
somatik".
Dte. med. Wschr. 1961, 1, 3 - 8

- JACOBSON, E.: "Electrical measurements of neuromuscular states during mental activities" (Part I).
Am. J. Phys. 1930, 91, 567 - 608
- JACOBSON, E.: "Electrical measurements of neuromuscular states during mental activities" (Part II).
Am. J. Phys. 1930, 94, 22 - 34
- KERRIK, J.S.: "Some correlates of the Taylor Manifest Anxiety Scale"
J. abn. soc. Psychol. 1955, 50, 75 - 77
- LIENERT, G.A.: "Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik"
Meisenheim am Glan 1962
- LIPPOLD, O. C. J.: "The relation between integrated action potentials in a human muscle and its isometric tension".
J. Physiol. 1952, 117, 492 - 499
- LIPPOLD, O. C. J. u.
B. BIGLAND: "The relation between force, velocity and integrated electrical activity in human muscles"
J. Physiol. 1954, 123, 214 - 224
- LURIA, A. R.: "The nature of human conflicts".
New York 1932
- TEER Mc., W.: "Changes in grip tension following electric shock in mirror tracing".
J. exp. Psychol., 1933, 16, 735 - 742
- MALMO, R. B. u.
C. SHAGASS: "Physiologic study of symptom mechanisms in psychiatric patients under stress".
Psychosom. Med. 1949, 11, 25 - 29
- MALMO, R. B.,
C. SHAGASS u.
F. H. DAVIS: "A physiologic study of somatic symptom mechanisms in psychiatric patients"
Res. Publ. Ass. Nerv. Ment. Dis., 1950, 29, 23 - 26 (a)
- MALMO, R. B.,
C. SHAGASS u.
J. F. DAVIS: "A method for the investigation of somatic response mechanisms in psychoneurosis"
Science, 1950, 112, 325 - 328 (b)
- MALMO, R. B.,
C. SHAGASS u.
J. F. DAVIS: "Electromyographic studies of muscular tension in psychiatric patients under stress"
J. clin. exp. Psychopathol., 1951, 12, 45 - 66

- MALMO, R.B. u.
A.A.SMITH: "Forehead tension and motor irregularities in psychoneurotic patients under stress" J. Person. 1955, 23, 391 - 406
- MALMO, R.B.: "Anxiety and beheaviorial arousal" Psychol. Rev. 1957, 64, 276 - 287
- MALMO, R.B.,
T.J.BOAG u.
A.A.SMITH: "Physiologic study of personal interaction" Psychosom. Med., 1957, 19, 105 - 119
- MALMO, R.B.: "Activation: a neuropsychological dimension". Psychol. Rev. 1959, 66, 367 - 386
- MEYER, D.R.,
H.P.BAHRICK u.
P.M.FITTS: "Incentive, anxiety, and the human blink rate". J. exp. Psychol., 1953, 45, 183 - 187
- MITTENECKER, E.: "Planung und statistische Auswertung von Experimenten" Wien, 1960³
- MÜCHER, H.: "Der Tonus der Skelettmuskulatur als Indikator psychischer Aktiviertheit", in LIENERT (Hrsg.) 23.Kongr. dt. Ges. Psychol. in Würzburg, Göttingen 1963
- NEUMANN-KERN, V.: "Die Lügentendenz bei männlichen Jugendlichen im Maudsley Persönlichkeitsfragebogen". Z. diag. Psychol. u. Pers.forschg. 1957, 5, 106 - 113
- NEWMAN, P.P.: "Electromyographic studies of emotional states in normal subjects". J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 1953, 16, 200 - 208
- PFANZAGL, J.: "Allgemeine Methodenlehre der Statistik.II" Berlin 1966
- POLZIEN, P.: "Somatische Neurosenanalyse und ihre Grundlagen" Zschr. Psychother. Med. Psychol. 1964, 14, 139 - 148
- POLZIEN, P.: "Die Objektivierung neurovegetativer Störungen" Hippokrates, 1965, 36, 912 - 916

- SAINSBURY, P. u.
J.G. GIBSON: "Symptoms of anxiety and tension and the accompanying physiological changes in the muscular system"
J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 1954, 17, 216 - 224
- SCHALTENBRAND, G.: "Die Beziehungen der extrapyramidalen Symptomkomplexe zu den Lage- und Bewegungsreaktionen, zum motorischen Haushalt und zu den Stammganglien".
D. Zschr. Nerv. hlkd. 1929, 108, 209 - 245
- SCHALTENBRAND, G.: "Über Myographie, nebst Demonstration eines Myographen"
Ber. Phys. Med. Ges. Würzburg, 1936
- SCHALTENBRAND, G.: "Myographische Untersuchungen in der Klinik.
I. Mitteilungen über die Geschichte der Myographie und Beschreibung eines neuen Myographen".
D. Zschr. Nerv. hlkd. 1937, 142
- SCHALTENBRAND, G.: "Myographische Untersuchungen in der Klinik.
II. Mitteilungen über Meßergebnisse bei gesunden Menschen".
D. Zschr. Nerv. hlkd. 1937, 143
- SCHALTENBRAND, G. und
L. BALLING: "Myographie".
Fiat Review Bd. 82, 1947
- SCHALTENBRAND, G.: "Die Wandlung unserer Vorstellung vom Aufbau der menschlichen Motorik".
D. Zschr. Nerv. hlkd. 1956, 175, 118 - 131
- SCHALTENBRAND, G. und
F. HAMPL: "Über einen neuen Myographen".
D. Zschr. Nerv. hlkd. 1958, 178, 276 - 288
- SCHAUER, H.: "Der Maudsley Persönlichkeitsfragebogen (MMQ) in der klinischen Psychologie".
Diagnostica, 1956, 2, 8 - 10
- SMITH, A. A.: "An electromyographic study of tension in interrupted and completed tasks".
J. exp. Psychol., 1953, 46, 32 - 36
- SMITH, A. A.;
R. B. MALMO u.
C. SHAGASS: "An electromyographic study of listening and talking".
Cand. J. Psychol., 1954, 8, 219 - 227

- SPREEN, O.: "Konstruktion einer Skala zur Messung der manifesten Angst in experimentellen Untersuchungen". Psychol. Forsch. 1961, 26, 205 - 223
- STENNET, R.G.: "The relationship of performance level to level of arousal". J. Exp. Psychol. 1957, 54, 54 - 61
- SURWILLO, W.W.: "Psychological factors in muscle-action potentials: EMG gradients". J. exp. psychol., 1956, 52, 263 - 272 (a)
- SURWILLO, W.W.: "A device for recording variations in pressure of grip during tracking". Am. J. Psychol., 1956, 68, 669 - 670 (b)
- TELFORD, C.W. u. W.J. SWENSON: "Changes in muscular tension during learning". J. exp. Psychol., 1942, 30, 236 - 246
- TSCHABITSCHER, H. u. H. CZERWENKA-WENKSTETTEN: "Affekt und Muskelspannung" in Hoff, H. (Hrsg.) "Muskel und Psyche", Symp. Wien 1963, pp 59 - 73. Basel, New York 1964
- WALLERSTEIN, H.: "An electromyographic study of attentive listening". Canad. J. Psychol., 1954, 8, 228 - 238
- YATES, J.A.: "Abnormalities of psychomotor functions" in Eysenck, H. J. (Hrsg.) "Handbook of Abnormal Psychology", London 1960

Bei den statistischen Berechnungen bedienten wir uns folgender Rechenanleitungen:

1. Standardabweichung - MITTENECKER
2. Produkt-Momentkorrelation - MITTENECKER
3. Biseriale Korrelation - MITTENECKER
4. Konkordanzkoeffizient - (nach Kendall) - MITTENECKER
5. Spearman'scher Rangkorrelationskoeffizient - MITTENECKER bei Rangteilungen Korrekturformel nach LIENERT
6. Wilcoxon-White Test - PFANZAGL
7. Rangvarianzanalyse nach Kruskal und Wallis - PFANZAGL/LIENERT

Lebenslauf

Am 21. 7. 1940 wurde ich als Sohn des damaligen Notarassessors Dr. Hermann Handwerker und seiner Gemahlin Anni Handwerker, geb. Lassnig, in Villach (Kärnten) geboren.

Die Volksschule besuchte ich in Klingenberg am Main vom September 1946 bis zum Juli 1950. Im September 1950 kam ich in das Humanistische Gymnasium in Aschaffenburg, wechselte aber 1951 in das Alte Gymnasium zu Würzburg über. An dieser Schule bestand ich im Juni 1960 die Reifeprüfung.

Im Wintersemester 1960/61 immatrikulierte ich mich an der Philosophischen Fakultät der Universität Innsbruck. Im Sommersemester 1961 schrieb ich mich an der Medizinischen Fakultät der Universität Würzburg ein. Hier bestand ich nach dem Wintersemester 1961/62 die naturwissenschaftliche Vorprüfung und nach dem Wintersemester 1963/64 die ärztliche Vorprüfung. Seit meinem ersten Studiensemester interessierten mich psychologische - besonders experimentalpsychologische - Fragestellungen. Seit dem Sommersemester 1962 konnte ich mich mit Erlaubnis des Dekans der Philosophischen Fakultät für das Doppelstudium Medizin und Psychologie eintragen. Im Sommersemester 1964 bestand ich die Vor-diplomprüfung für Psychologen.

Im Wintersemester 1964/65 studierte ich an der Universität Zürich. Danach kehrte ich an die Universität Würzburg zurück und beendete hier mein Medizinstudium im Sommersemester 1967 mit dem Medizinischen Staatsexamen.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig verfaßt und außer der angegebenen Literatur keine weiteren Hilfsquellen benutzt habe.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich bisher von keiner anderen Seite ein Dissertationsthema zur Bearbeitung erhalten habe.

Hermann Handwerker

OFFSETDRUCK GUGEL
87 WÜRZBURG
Burkarderstr. 9, Tel. 59 97 91

OFFSETDRUCK GUGEL
87 WÜRZBURG
Burkarderstr. 9, Tel. 59 97 91